

**UJI AKURASI PENENTUAN ARAH KIBLAT MENGGUNAKAN
APLIKASI ANDROID BERTEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY*
(STUDI ANALISIS APLIKASI MIQAT KARYA SAMER JOUDI)**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1 (S.1)
dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum**



Oleh:

Naufal fazal muttaqin

Nim : 1502046052

**JURUSAN ILMU FALAK
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGRI WALISONGO
SEMARANG
2019**

Drs. H. Slamet Hambali, M.SI
Jl. Candi Permata II/ 180
Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi
An. Sdra. Naufal Fazal Muttaqin

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syariah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum Wr. Wb.

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi Saudara :

Nama : Naufal Fazal Muttaqin

NIM : 1502046052

Judul Skripsi : **Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat
Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi
Augmented Reality (Studi Analisis Aplikasi Miqat
Karya Samer Joudi).**

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Pembimbing I



Drs. H. Slamet Hambali, M.SI
NIP. 19540805 198003 1004

Ahmad Munif, M.S.I
Tlogorejo RT 005 RW 003
Karangawen, Demak

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi
An. Sdra. Naufal Fazal Muttaqin

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syariah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum Wr. Wb.

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi Saudara :

Nama : Naufal Fazal Muttaqin

NIM : 1502046052

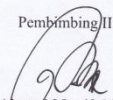
Judul Skripsi : **Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat
Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi
Augmented Reality (Studi Analisis Aplikasi Miqat
Karya Samer Joudi).**

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Pembimbing II


Ahmad Munif, M.S.I
NIP. 19860306 201503 1006



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp./Fax. 7601291
Semarang 50185

PENGESAHAN

Nama : Naufal Fazal Muttaqin
N I M : 1502046052
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum/Illmu Falak
Judul : Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat Menggunakan
Aplikasi Android Berteknologi *Augmented Reality*
(Studi Analisis Aplikasi Miqat Karya Samer Joudi)

Telah Dimunaqosahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, pada tanggal :

04 Oktober 2019

dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam rangka menyelesaikan
studi Program Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2019/2020 guna memperoleh
gelar Sarjana dalam Ilmu Syariah dan Hukum.

Semarang, 15 Oktober 2019

Dewan Penguji

Ketua Sidang/Penguji

Sekretaris Sidang/Penguji

Dr. H. Ali Imron, M.Ag.
NIP. 19730730 200312 1 003

Dr. H. Maksud, M.Ag.
NIP : 19680515 199303 1 002

Penguji I

Penguji II

Ahmad Syaiful Anam, S.HI, M.H.
NIP. 19860120 200312 1 001

H. Tolkah, M.A.
NIP. 19690507 199603 1 005

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Drs. H. Slamet Hambali, M.SI
NIP. 19540805 198003 1 004

Ahmad Munif, M.S.I
NIP. 19860306 201503 1 006

MOTTO

اَمْلِحْرًا لِمَسْجِدِ الْجَهَنَّمَ شَطْرًا وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَّوْ

“Dan dari mana saja kamu keluar, Maka Palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram...”¹
(QS. Al-Baqarah [2]: 149)

¹ Departemen Agama RI, *al-Qur'an dan Terjemahnya*, (Bandung: Diponegoro, 2008), hlm. 23.

“HALAMAN PERSEMBAHAN”

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

Kedua orang tua, Bapak Akhmad Samiri dan Ibu Badriyah

Kedua adik, Hasna Dhiya Ulhaq dan Shafa Aqila Rahma

**Keluarga Besar Suchedi-Ngasiyah dan Keluarga Besar Hakimi-
Fatonah**

**Para Dosen yang telah memberikan ilmu hingga tak terhitung
jumlahnya**

**Almamater Tercinta Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah dan
Hukum UIN Walisongo Semarang**

Para Pegiat dan Pecinta Ilmu Falak

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang telah pernah ditulis oleh orang lain atau diterbitkan. Demikian juga skripsi ini tidak berisi pikiran-pikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan.

Semarang, 28 Agustus 2019

Deklarator,



NAUFAL FAZAL MUTTAQIN

NIM : 1502046052

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN²

A. Konsonan

ء = ' (koma terbalik)	ز = z	ق = q
ب = b	س = s	ك = k
ت = t	ش = sy	ل = l
ث = ts	ص = sh	م = m
ج = j	ض = dl	ن = n
ح = h	ط = th	و = w
خ = kh	ظ = zh	ه = h
د = d	ع = ' (apostrop)	ي = y
ذ = dz	غ = gh	
ر = r	ف = f	

B. Vokal

اَ = a

اِ = i

اُ = u

² Tim Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, *Pedoman Penulisan Skripsi*, (Semarang: BASSCOM Multimedia Grafika, 2012) hlm 61-62.

C. Diftong

أَيّ = ay

أَوْ = aw

D. Vokal Panjang

أ + َ = Ā

ي + ِ = Ī

و + ُ = Ū

E. Syaddah (ّ -)

Syaddah dilambangkan dengan konsonan ganda, misalnya الطّبّ *al-thibb*.

F. Kata Sandang (...ال)

Kata sandang (...ال) ditulis dengan al-... misalnya الصناعة *al-shina'ah*. Al- ditulis dengan huruf kecil kecuali jika terletak pada permukaan kalimat.

G. Ta' Marbutah (ة)

Setiap ta' marbutah ditulis dengan "h" misalnya المعيشة *al-ma'isyah al-thabi'iyah*.

ABSTRAK

Di era modern ini terdapat banyak sekali aplikasi arah kiblat yang beredar di layanan konten digital milik Google yaitu *Google Play Store*. Salah satu aplikasi penentuan arah kiblat yang berbasis *android* yang berkembang saat ini yaitu aplikasi *Miqat : Prayer Times, Qiblah, and Hilal Visibility* yang dirilis pertama kali pada tahun 2015 oleh Samer Joudi, seorang Spesialis Teknologi Geospasial atau Sistem Informasi Geografis dari Suriah. Aplikasi *Miqat* telah diunduh lebih dari 5.000.000 (lima juta) pengguna dan mempunyai rating 4,4 dari skala 5 per tanggal 20 Agustus 2019. Aplikasi *Miqat* memiliki fitur *3D Qibla* yang berfungsi untuk mengarahkan pengguna ke arah Kakbah dengan bantuan teknologi *augmented reality* dalam tampilan dunia nyata. Namun, tampilan garis arah kiblat 3D dalam fitur *3D Qibla* ini masih mengacu kepada sensor magnetik dari *Smartphone* sehingga arah tersebut tidak dapat menunjukkan arah kiblat yang benar-benar akurat.

Merujuk pada latar belakang diatas, maka penulis kemudian merumuskan beberapa masalah. Pertama, bagaimana metode penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *augmented reality* pada aplikasi *Miqat* karya Samer Joudi. Kedua, bagaimana akurasi penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *augmented reality* pada aplikasi *Miqat* karya Samer Joudi.

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kualitatif bersifat deskriptif (*descriptive research*) dengan pendekatan kepustakaan (*library research*) yang bertujuan untuk mengetahui lebih detail tentang kajian aplikasi android *Miqat* dari segi teori, metode, perhitungan dan akurasi dalam menentukan arah kiblat. Sumber data primer yang digunakan adalah data dari aplikasi *Miqat* serta wawancara dengan Samer Joudi, sedangkan data sekunder yang digunakan adalah literatur yang berkaitan dengan penentuan arah kiblat dan teknologi *Augmented Reality*. Metode analisis data yang dilakukan peneliti adalah dengan cara menentukan arah kiblat menggunakan fitur *3D Qibla* dalam aplikasi *Miqat* yang kemudian akan dikomparasikan dengan penentuan arah kiblat Istiwa'aini karya Slamet Hambali untuk mengetahui akurasi dengan lokasi di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT).

Hasil penelitian ini adalah metode perhitungan yang digunakan dalam aplikasi *Miqat* merupakan rumus Vincenty. Perhitungan ini cukup

akurat karena rumus Vincenty memiliki akurasi tinggi untuk menentukan arah kiblat berdasarkan bentuk bumi yang ellipsoid. Hasil perhitungan arah kiblatnya memiliki selisih 7 menit dengan perhitungan arah kiblat Istiwa'aini. Sementara, penentuan arah kiblat menggunakan fitur *3D Qibla* yang berteknologi *augmented reality* dikategorikan kurang akurat menurut tingkat keakuratan Slamet Hambali. Tingkat akurasinya berselisih 0° hingga 1° dari arah kiblat hasil pengukuran Istiwa'aini.

Kata Kunci: **Arah Kiblat, Augmented Reality, Miqat, Istiwa'aini.**

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya bagi kita semua khususnya bagi penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: **Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi *Augmented Reality* (Studi Analisis Aplikasi Miqat Karya Samer Joudi)** dengan lancar dan tanpa kendala yang berarti.

Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad Saw beserta para keluarganya, sahabatnya, dan para pengikutnya yang telah memberikan teladan bagi kita semua dan senantiasa kita nantikan syafa'atnya kelak di hari kiamat.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan bukan semata atas usaha penulis sendiri, namun juga berkat adanya arahan, saran, bimbingan serta bantuan baik berupa moral, maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih terutama kepada:

1. Dr. H. Arja Imroni, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, dan para wakil dekan, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menulis skripsi tersebut dan memberikan fasilitas belajar hingga akhir.
2. Moh. Khasan M.Ag, selaku Ketua Jurusan Ilmu Falak, atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan dengan sabar dan tulus

ikhlas, juga kepada dosen-dosen serta karyawan di lingkungan Jurusan Ilmu Falak dan Fakultas Syariah dan Hukum, atas bantuan dan kerjasamanya.

3. Drs. H. Slamet Hambali, M.SI, selaku pembimbing I dan Ahmad Munif, M.S.I, selaku pembimbing II, dalam penyusunan skripsi ini. Terimakasih penulis ucapkan atas segala saran dan arahnya juga kesabaran dan ketelatenannya dalam penyusunan skripsi ini, sehingga penyusunan skripsi ini berjalan lancar.
4. Dr. H. Ja'far Baehaqi, M.H, selaku wali dosen yang selalu memberikan arahan dan bimbinganya hingga perkuliahan dapat terselesaikan sesuai yang diharapkan.
5. Kepada Bapak Samer Joudi selaku Pencipta Aplikasi *Miqat : Prayer Times, Qiblah, and Hilal Visibility* yang telah memberikan ilmunya, membina dan meluangkan waktunya untuk memberikan data-data dalam penelitian, sehingga penulis mampu menyusun skripsi ini hingga selesai.
6. Orang tua penulis, Bapak Akhmad Samiri dan Ibu Badriyah yang tiada hentinya memberikan motivasi, dukungan dan memanjatkan do'a demi kelancaran penyusunan skripsi dan mewujudkan cita-cita penulis.
7. Kedua adik penulis, Hasna Dhiya Ulhaq dan Shafa Aqila Rahma yang selalu memberikan semangat, doa, dan bantuan bagi penulis.
8. Deska Setya Nurromadhona, yang telah memberikan semangat dan membantu penulis saat penelitian. Terima kasih atas dukungan dan kasih sayangnya.

9. Keluarga Ilmu Falak 2015 khususnya Ilmu Falak C 2015, Tim PPL Fakultas Syariah dan Hukum di Salatiga tahun 2017, Tim KKN regular angkatan 71 tahun 2018 Posko 102, Organisasi Daerah KMB Serulingmas, Komunitas Himpunan Astronom Amatir Semarang (HAAS) , Keluarga Kos Bapak Asro'i yang telah menemani dalam suka dan duka serta memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis sehingga dapat terselesaikan skripsi ini.

Harapan dan do'a penulis semoga semua amal kebaikan dan jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini diterima Allah SWT serta mendapatkan balasan lebih baik dan berlipat ganda.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan dan masih kurangnya pengetahuan yang penulis miliki sehingga tentu saja terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif dari para pembaca demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Semarang, 28 Agustus 2019
Penyusun,

NAUFAL FAZAL MUTTAQIN
NIM: 1502046052

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
DEKLARASI	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI	viii
ABSTRAK	x
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xx
BAB I	PENDAHULUAN
A.	Latar Belakang 1
B.	Rumusan Masalah..... 8
C.	Tujuan Penelitian 8
D.	Manfaat Penelitian 8
E.	Telaah Pustaka 9
F.	Metodologi Penelitian 13
G.	Sistematika penelitian 17
BAB II	TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT
A.	Pengertian Arah Kiblat..... 20

B.	Dasar Hukum Menghadap Kiblat.....	25
1.	Dasar Hukum Dari al-Qur'an.....	25
2.	Dasar Hukum Dari al-Hadits.....	29
3.	Pendapat Para Ulama	30
C.	Sejarah dan Perpindahan Kiblat	32
D.	Macam-macam Metode Penentuan Arah Kiblat.	37
E.	Perhitungan Arah Kiblat dan Akurasinya.....	51
1.	Perhitungan Arah Kiblat.....	51
2.	Akurasi Arah Kiblat	53

**BAB III PENENTUAN ARAH KIBLAT MENGGUNAKAN
 APLIKASI ANDROID BERTEKNOLOGI
 AUGMENTED REALITY PADA APLIKASI MIQAT
 KARYA SAMER JOUDI**

A.	Aplikasi Android Berteknologi <i>Augmented Reality</i>	57
1.	Android	57
2.	<i>Augmented Reality</i>	61
B.	Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi Augmented Reality Pada Aplikasi Miqat	71
1.	Biografi Samer Joudi	71
2.	Aplikasi Miqat	74
3.	Perhitungan Arah Kiblat pada Aplikasi Miqat	88

**BAB IV UJI AKURASI PENENTUAN ARAH KIBLAT
MENGUNAKAN APLIKASI ANDROID
BERTEKNOLOGI AUGMENTED REALITY PADA
APLIKASI MIQAT KARYA SAMER JOUDI**

- A. Analisis Penentuan Arah Kiblat Menggunakan
Aplikasi Android Berteknologi *Augmented
Reality* Pada Aplikasi Miqat 99
- B. Uji Akruasi Penentuan Arah Kiblat
Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi
Augmented Reality Pada Aplikasi Miqat 103

BAB V PENUTUP

- A. Kesimpulan 140
- B. Saran 141
- C. Kata Penutup 142

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3.1 Android
- Gambar 3.2 *Augmented Reality* (Realitas Tertambah)
- Gambar 3.3 Konsep *Kontinuum Virtualitas*
- Gambar 3.4 *Marker Based Augmented Reality*
- Gambar 3.5 *Markerless Based Augmented Reality*
- Gambar 3.6 *GPS Based Tracking*
- Gambar 3.7 Prinsip kerja Augmented Reality
- Gambar 3.8 Aplikasi Miqat : *Prayer Times, Qiblah, and Hilal Visibility*
- Gambar 3.9 Fitur Waktu Shalat Pada Aplikasi Miqat
- Gambar 3.10 Fitur Arah Kiblat Pada Aplikasi Miqat
- Gambar 3.11 Fitur Visibilitas Hilal Pada Aplikasi Miqat
- Gambar 4.1 Pengujian Istiwa'aini pada hari Rabu, 17 Juli 2019 M pukul 13:47:21 WIB (06:47:21 GMT)
- Gambar 4.2 Pengujian Aplikasi Miqat pada hari Rabu, 17 Juli 2019 M pukul 13:47:21 WIB (06:47:21 GMT)
- Gambar 4.3 Pengujian Istiwa'aini pada hari Rabu, 17 Juli 2019 M pukul 13:55:16 WIB (06:55:16 GMT)
- Gambar 4.4 Pengujian Aplikasi Miqat pada hari Rabu, 17 Juli 2019 M pukul 13:55:16 WIB (06:55:16 GMT).
- Gambar 4.5 Pengujian Istiwa'aini pada hari Kamis, 18 Juli 2019 M pukul 16:48:16 WIB (09:48:16 GMT)
- Gambar 4.6 Pengujian Aplikasi Miqat pada hari Kamis, 18 Juli 2019 M pukul 16:48:16 WIB (09:48:16 GMT)
- Gambar 4.7 Pengujian Istiwa'aini pada hari Sabtu, 20 Juli 2019 M pukul 10:18:07 WIB (03:18:07 GMT)

- Gambar 4.8 Pengujian Aplikasi Miqat pada Sabtu, 20 Juli 2019 M pukul 10:18:07 WIB (03:18:07 GMT)
- Gambar 4.9 Pengujian Aplikasi Miqat pada Sabtu, 20 Juli 2019 M pukul 10:52:05 WIB (03:52:05 GMT)
- Gambar 4.10 Pengujian Aplikasi Miqat pada Sabtu, 20 Juli 2019 M pukul 10:52:05 WIB (03:52:05 GMT) 10:52:05 WIB (03:52:05 GMT)

DAFTAR TABEL

- Tabel 4.1 Spesifikasi *Smartphone* ZTE Nubia M2
- Tabel 4.2 Hasil Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi *Augmented Reality* pada Aplikasi Miqat Karya Samer Joudi

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menghadap kiblat adalah wajib, khususnya ketika menunaikan ibadah shalat, baik shalat wajib maupun shalat sunnah.¹ Pelaksanaan ibadah telah menjadi keharusan bagi setiap orang muslim untuk menghadap ke arah Kakbah.² Kakbah merupakan satu arah yang menyatukan arah segenap umat Islam dalam melaksanakan shalat.³ Kewajiban untuk menghadap kiblat yaitu Kakbah di Masjidil Haram tersirat dalam firman Allah pada QS. Al-Baqarah [2]:149.

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ
رَبِّكَ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَفِيلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ ﴿١٤٩﴾

Artinya : “Dan dari mana saja kamu keluar (datang), Maka Palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil haram, Sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan”⁴.

¹ Ma'rufin Sudibyo, *Sang Nabi pun Berputar (Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya)*, (Solo: Tinta Medina, 2011), hlm. 92.

² Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), hlm.167.

³ Achmad Jaelani, *et al, Hisab Rukyat Menghadap Kiblat (Fiqh, Aplikasi, Praktis, Fatwa dan Software)*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), hlm. 1.

⁴ *Al-Qur'an al-Karim dan Terjemahnya*, (Kudus: Menara Kudus, 2006), hlm. 23.

Umat Islam telah bersepakat bahwa menghadap kiblat merupakan syarat sahnya shalat, sebagaimana dalil-dalil syar'i yang ada.⁵ Perintah shalat menghadap ke arah Masjidil Haram diulangi dalam ayat selanjutnya yaitu Q.S Al-Baqarah[2]:150.

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۚ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۚ لِغَلَا يُكُونَ لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ حُجَّةٌ إِلَّا الَّذِينَ ظَلَمُوا مِنْهُمْ فَلَا تَخْشَوْهُمْ وَاخْشَوْنِي ۚ وَلَا تَمَّ نِعْمَتِي عَلَيْكُمْ وَلَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ﴿١٥٠﴾

Artinya : “Dan dari mana saja kamu (keluar), Maka Palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. dan dimana saja kamu (sekalian) berada, Maka Palingkanlah wajahmu ke arahnya, agar tidak ada hujjah bagi manusia atas kamu, kecuali orang-orang yang zalim diantara mereka. Maka janganlah kamu takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku (saja). dan agar Ku-sempurnakan nikmat-Ku atasmu, dan supaya kamu mendapat petunjuk”.⁶

Ayat ini menjelaskan bahwa perintah itu bersifat umum untuk seluruh umat, masa, serta tempat agar tidak ada lagi alasan bagi ahli kitab, kaum musyrikin, dan munafikin menentang Nabi saw. dalam persoalan pemindahan kiblat.⁷

⁵ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pusaka, 2004), hlm. 47.

⁶ *Al-Qur'an al-Karim dan Terjemahnya*, hlm. 23.

⁷ Kementerian Agama RI, *al-Qur'an dan Tafsirnya*, (Jakarta: Kementerian Agama RI dengan biaya DIPA, 2012), hlm. 229-230.

Pada awal perkembangan Islam, penentuan arah kiblat tidak banyak menimbulkan masalah yang berarti. Hal ini dikarenakan penentuan arah kiblat masih dijelaskan dan ditunjukkan sendiri oleh Rasulullah saw. kepada para sahabat dan para tabi'in. Namun, setelah wafatnya Rasulullah saw. muncul berbagai masalah berkaitan dengan arah kiblat. Alasannya adalah penyebaran agama Islam yang semakin luas hingga ke berbagai negara di belahan dunia, sehingga membuat para muslim itu mulai mempertanyakan arah kiblat yang benar.

Menghadap kiblat bagi yang dapat melihat Kakbah hukumnya menghadap ke bangunan Kakbah (*'ainul Kakbah*). Akan tetapi apabila orang yang berada jauh dari wilayah Masjidil Haram bahkan jauh dari Arab, ada perbedaan pendapat. Ada yang memperbolehkan untuk menghadap arahnya saja (*jihatul Kakbah*) ada juga yang mengharuskan menghadap bangunan Kakbah (*'ainul Kakbah*).

Penentuan arah kiblat khususnya di Indonesia, selalu mengalami perkembangan dari masa ke masa sesuai dengan keilmuan dan kualitas serta kapasitas intelektual yang dimiliki oleh masyarakat Islam pada saat itu. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya alat-alat yang digunakan untuk mengukur arah kiblat dan metode pengukuran yang berdasarkan ilmu astronomi. Mulai dari alat dan metode dengan tingkat keakuratan yang rendah hingga tingkat keakuratan yang tinggi. Alat-alat itu diantaranya

adalah Kompas, Tongkat Istiwa, *Rubu' Mujayyab*, *Global Positioning System* (GPS), Istiwa'aini, *Mizwala Qibla Finder*, dan Theodolite. Sedangkan metode penentuan arah kiblat yaitu dengan perhitungan *Rubu' Mujayyab*, metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari setiap saat, serta metode Rasdhul Kiblat, Penentuan arah kiblat juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan *azimuth* benda langit seperti bintang dan planet, memanfaatkan bayangan benda yang terkena cahaya Matahari, hingga menggunakan aplikasi komputer dan telepon pintar atau *smartphone*.

Dari beberapa alat dan metode penentuan arah kiblat, penentuan arah kiblat menggunakan alat biasanya hanya dilakukan oleh para ahli falak atau pegiat falak, sedangkan masyarakat umum lebih memilih untuk menentukan arah kiblat dengan cara yang termudah. Salah satunya yaitu menggunakan aplikasi arah kiblat yang diakses melalui *smartphone* android. Aplikasi arah kiblat dalam *smartphone* cukup banyak tersedia di layanan konten digital milik Google yaitu *Google Play Store* dan terdapat di layanan konten digital milik Apple Inc yaitu App Store. Aplikasi arah kiblat juga tersedia di berbagai halaman web di Internet, baik aplikasi yang berbasis web ataupun aplikasi yang dapat di unduh untuk *smartphone*. Aplikasi-aplikasi tersebut biasanya memanfaatkan kompas magnetik, *Global Positioning System* (GPS), dan lain sebagainya dalam penentuan arah kiblatnya. Yang

terbaru, kini ada penentuan arah kiblat yang menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality*.

Augmented Reality atau dapat disingkat dengan AR adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. AR adalah kombinasi antara dunia maya (*virtual*) dan dunia nyata (*real*) yang dibuat oleh komputer.⁸ Objek *virtual* dapat berupa teks, animasi, model 3D atau video yang digabungkan dengan lingkungan sebenarnya sehingga pengguna merasakan objek *virtual* berada di lingkungannya. Menurut Goel dan Bhardwaj (2014) teknologi AR dapat berjalan normal pada perangkat mobile seperti *iPhones*, *iPads*, *smartphone*, *PC*, tablet dan lain-lain.⁹

Tidak seperti realitas maya yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, namun teknologi AR ini hanya menambahkan atau melengkapi kenyataan. Benda-benda maya menampilkan informasi yang tidak dapat diterima oleh pengguna dengan inderanya sendiri. Hal ini membuat teknologi AR sesuai sebagai alat untuk membantu persepsi dan interaksi penggunaanya dengan dunia nyata. Informasi yang ditampilkan oleh benda maya membantu pengguna

⁸ Borko Furth, *Hand Book of Augmented Reality*, (Department of Computer and Electrical Engineering. 2014), hlm. 1-356.

⁹ Siddhant Goel dan Avdesh Bhardawaj, *A Critical Analysis of Augemented Reality Learning by Applicability of IT Tools*. International Journal of Information and Computation Technology, Vol. 4 No. 4, 2014, hlm. 425-430.

melaksanakan kegiatan-kegiatan dalam dunia nyata. Teknologi AR dapat diaplikasikan untuk semua indera, termasuk pendengaran, sentuhan, dan penciuman. Selain digunakan dalam bidang-bidang seperti kesehatan, militer, dan industri manufaktur.¹⁰

Penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi AR mulai hadir pada tahun 2013, namun mulai diperbincangkan pada tahun 2015. Aplikasi android untuk penentuan arah kiblat berteknologi AR ini memanfaatkan lokasi Kakbah dan lokasi pengguna untuk menentukan rute langsung antara dua titik tersebut, seperti rute di Google Maps. Untuk menggunakan panduan arah kiblat berteknologi AR ini, pengguna diharuskan mengaktifkan fitur lokasi (GPS) di *smartphone* dan mengaktifkan fitur kamera. Apabila *smartphone* mendukung teknologi AR, maka pengguna dapat melihat penunjuk arah kiblat berupa proyeksi benda dua dimensi atau tiga dimensi di fitur kamera. Untuk mendapatkan arah kiblatnya, pengguna hanya perlu bergerak sesuai panduan arah kiblat yang ditunjukkan.

Salah satu aplikasi penentuan arah kiblat berteknologi AR yaitu aplikasi *Miqat : Prayer Times, Qiblah, and Hilal Visibility* yang diciptakan oleh Samer Joudi, seorang ahli teknologi geospasial dari Uni Emirates Arab. Aplikasi *Miqat* merupakan aplikasi untuk menentukan arah kiblat yang sangat populer di

¹⁰ Rochmad Gama Saputra, *Makalah Augmented Reality Sebagai Citra 3 Dimensi*. Departemen Ilmu Komputer Dan Elektronika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 2016.

beberapa negara, dengan jumlah unduhan mencapai lebih dari 5.000.000 (lima juta) per tanggal 20 Agustus 2019.¹¹ Aplikasi Miqat dapat diunduh di *Google Play Store* maupun halaman web di Internet. Perhitungan arah kiblat dalam aplikasi Miqat menggunakan metode Vincenty yang merupakan rumus untuk menghitung *azimuth* dan jarak antara dua titik pada permukaan ellipsoid.¹² Aplikasi Miqat memetakan hasil perhitungan arah kiblat menggunakan Google Maps untuk memungkinkan pengguna memverifikasi kiblat secara visual dengan bantuan hal-hal di sekitar mereka seperti bangunan dan jalan.

Dari paparan di atas, penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi AR merupakan suatu hal yang baru di masyarakat. Penggunaan aplikasinya pun sederhana dan mudah untuk dipahami. Namun, tingkat akurasi dari penentuan arah kiblat ini memerlukan penelitian lanjutan agar dapat dimanfaatkan masyarakat dengan penuh tanggungjawab. Beranjak dari penjelasan yang telah dikemukakan di atas, penulis tertarik untuk mengkaji dan menganalisis penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi AR sebagai suatu penelitian ilmiah yang dituangkan dalam bentuk skripsi dengan

¹¹ Samer Joudi, *Miqat: Waktu Shalat, Kiblat, dan Visibilitas Hilal*, diakses dari <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.geospatialtechnology.visualqiblah&hl=id>, pada tanggal 19 Juli 2019 Pukul 10.00 WIB.

¹² Wawancara dengan Samer Joudi via media pesan elektronik www.gmail.com pada hari Senin, 18 Maret 2019 Pukul 13.00 WIB.

judul “**Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi *Augmented Reality* (Studi Analisis Aplikasi Miqat Karya Samer Joudi)**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan di atas, dapat dikemukakan pokok-pokok masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini. Adapun pokok masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana metode penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat karya Samer Joudi?
2. Bagaimana akurasi penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat karya Samer Joudi?

C. Tujuan Penelitian

Atas dasar pokok permasalahan di atas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui metode penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat karya Samer Joudi.
2. Mengetahui tingkat akurasi penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat karya Samer Joudi.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Dapat mengetahui metode penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat karya Samer Joudi.
2. Dapat Mengetahui tingkat akurasi penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat karya Samer Joudi.
3. Memberi informasi kepada masyarakat tentang keberadaan aplikasi android untuk penentuan arah kiblat berteknologi *Augmented Reality* yang menyediakan fasilitas dan fitur lengkap untuk penentuan arah kiblat secara praktis.
4. Menjadi karya ilmiah yang dapat dijadikan informasi dan rujukan bagi semua orang, baik masyarakat umum maupun para ahli falak, pegiat ilmu falak, dan peneliti di kemudian hari.

E. Telaah Pustaka

Seperti halnya pada penelitian-penelitian lainnya, dalam penelitian ini juga mempertimbangkan telaah atau kajian pustaka. Kajian pustaka dalam sebuah penelitian berfungsi untuk mendukung penelitian yang dilakukan seseorang. Kajian pustaka juga dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang hubungan pembahasan dengan penelitian yang sudah pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, sehingga diupayakan agar tidak terjadi pengulangan yang tidak perlu. Ada beberapa tulisan atau penelitian

yang berhubungan dengan masalah arah kiblat, di antaranya adalah:

Penelitian Ahmad Izzuddin dalam bukunya yang berjudul “*Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*”, dalam buku ini lebih banyak membahas teori-teori penentuan arah kiblat. Namun pembahasannya lebih fokus pada tingkat akurasi dari ketiga teori penentuan arah kiblat yang ada yaitu teori trigonometri, teori geodesi dan teori navigasi. Dalam penelitiannya ini Ahmad Izzuddin mengemukakan bahwa teori yang paling tepat dan akurat dalam perhitungan arah kiblat yaitu menggunakan garis *orthodrom*, yakni teori geodesi dengan konsep bentuk Bumi yang lebih mendekati yaitu *elipsoid*.¹³

Penelitian Slamet Hambali dalam Laporan Penelitian Individual tahun 2014 yang berjudul “*Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali*”.¹⁴ Dalam penelitian ini, Slamet Hambali menciptakan alat bantu pengukuran arah kiblat dengan nama *Istiwaaini* yang memiliki sistem kerja yang tidak berbeda dengan sistem theodolite. Dari enam kali pengujiannya, dapat ditarik sebuah kesimpulan

¹³ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, (Jakarta: Kementrian Agama RI, Direktorat Jendral Pendidikan Islam, Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, Cet ke-I, 2012).

¹⁴ Slamet Hambali, *Laporan Penelitian Individual : Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali*, (Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo. 2014).

bahwa hasil pengukuran arah kiblat menggunakan Istiwaaini karya Slamet Hambali adalah akurat.

Penelitian Ahmad Syifaul Anam dalam Laporan Penelitian Individual tahun 2012 yang berjudul, “*Studi Komparasi Terhadap Metode Dan Hasil Hisab Software Arah Kiblat Pada www.rukyatulhilar.org*”.¹⁵ yang membahas tentang komparasi dan akurasi hasil hisab arah kiblat pada software komputer.

Penelitian Barokatul Laili, tahun 2013, dalam bentuk skripsi yang berjudul, “*Analisis Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali*”.¹⁶ dan Penelitian Muhammad Adieb, tahun 2014, dalam bentuk skripsi yang berjudul, “*Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwa’aini Karya Slamet Hambali Dengan Theodolite*”.¹⁷ yang di dalamnya juga membahas mengenai salah satu metode penentuan arah kiblat yaitu *azimuth* kiblat.

Penelitian Suwandi tahun 2015, dalam bentuk skripsi berjudul “*Analisis Penggunaan Theodolit Nikon NE-102 dengan Metode Dua Titik sebagai Penentu Arah Kiblat*”. Dalam hasil penelitiannya, metode dua titik merupakan salah satu metode

¹⁵ Ahmad Syifaul Anam, *Laporan Penelitian Individual :Studi Komparasi Terhadap Metode Dan Hasil Hisab Software Arah Kiblat Pada www.rukyatulhilar.org*, (Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo. 2012).

¹⁶ Barokatul Laili, *Analisis Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali*. (Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo Semarang, 2013).

¹⁷ Muhammad Adieb, *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet H ambali Dengan Theodolite*. (Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo Semarang, 2014).

penentuan arah kiblat yang berdasarkan anggapan Bumi ellipsoid dan hasil komparasi penggunaan theodolite dengan metode *Vincenty* dua titik dan metode segitiga bola dalam pengukuran ternyata terdapat selisih yang berkisar 0° sampai $0^{\circ} 41' 15,06''$.¹⁸

Penelitian Ali Mahrus tahun 2018, dalam bentuk skripsi yang berjudul, "*Uji Akurasi Data Aplikasi Android Mobile Topographer Dalam Menentukan Titik Koordinat Lintang Bujur*"¹⁹ yang didalamnya membahas mengenai akurasi data koordinat lintang dan bujur pada aplikasi android.

Penelitian Moehammad Awaluddin, Bambang Darmo Yuwono, H. Hani'ah, dan Satrio Wicaksono tahun 2016, dalam bentuk jurnal yang berjudul "*Kajian Penentuan Arah Kiblat Secara Geodetis*".²⁰ Dalam hasil penelitian ini, perhitungan arah kiblat dengan menggunakan tiga bidang hitungan ; *ellipsoid*, bola dan peta mercator menghasilkan arah kiblat diatas ellipsoid dan bola memiliki perbedaan yang jauh lebih kecil yaitu jika dibandingkan dengan *azimuth* pada bidang datar Mercator. Arah

¹⁸ Suwandi, *Analisis Penggunaan Theodolit Nikon NE-102 dengan Metode Dua Titik sebagai Penentu Arah Kiblat*, (Skripsi Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2015).

¹⁹ Ali Mahrus, *Uji Akurasi Data Aplikasi Android Mobile Topographer Dalam Menentukan Titik Koordinat Lintang Bujur*, (Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. 2018).

²⁰ Moehammad Awaluddin, dkk, *Kajian Penentuan Arah Kiblat Secara Geodetis*, (Semarang: Jurnal Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Vol. 37 No. 2, 2016).

kiblat diatas bola paling mendekati arah kiblat metode rasdhul kiblat dibandingkan dua bidang hitungan yang lain.

Penelitian Anisah Budiwati tahun 2016, dalam bentuk jurnal yang berjudul “*Tongkat Istiwa’, Global Positioning System (GPS) dan Google Earth untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi dan Aplikasinya dalam Penentuan Arah Kiblat*”.²¹ Dalam hasil penelitian ini menerangkan bahwa tongkat istiwa’ adalah salah satu alternatif penentuan titik koordinat Bumi yang menggunakan teori perhitungan *spherical trigonometry* secara sederhana tanpa bantuan, sedangkan GPS dan Google Earth menggunakan prinsip keilmuan geodesi yang lebih teliti. Dari segi aplikasi, yang paling praktis dan akurat adalah GPS. Kemudian disusul Google Earth, dan tongkat istiwa’.

Dalam telaah pustaka tersebut, penulis belum menemukan tulisan yang membahas secara spesifik tentang uji akurasi penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android Miqat karya Samer Joudi yang memiliki teknologi *Augmented Reality*.

F. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini, ada berbagai metode yang penulis gunakan. Penjelasannya sebagai berikut:

²¹ Anisah, Budiwati, *Tongkat Istiwa’, Global Positioning System (GPS) dan Google Earth untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi dan Aplikasinya dalam Penentuan Arah Kiblat*, (Semarang: Jurnal Al-Ahkam Walisongo, Volume 26, Nomor 1, April 2016).

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif bersifat deskriptif (*descriptive research*) dengan pendekatan kepustakaan (*library research*) yang bertujuan untuk mengetahui lebih detail tentang kajian aplikasi android Miqat serta akurasi penentuan arah kiblatnya dari segi teori, metode dan perhitungannya.

2. Sumber Data

Data penelitian menurut sumbernya digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.²² Dalam penelitian ini, penulis menggunakan dua sumber data tersebut yaitu :

a. Data Primer

Data primer yaitu data yang berasal langsung dari sumber data yang dikumpulkan secara khusus dan berhubungan langsung dengan masalah yang diteliti. Data primer dalam penelitian penulis ini berupa data yang tersedia dalam aplikasi Miqat serta wawancara dengan pencipta (*developer*) aplikasi Miqat yaitu Samer Joudi.

²² Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet. V, 2004), hlm. 91.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh bukan dari sumber pertama sebagai sarana untuk memperoleh data atau informasi untuk menjawab masalah yang diteliti. Dalam hal ini penulis menggunakan literatur yang berkaitan dengan penentuan arah kiblat dan teknologi *Augmented Reality* seperti buku-buku, kitab-kitab fikih, jurnal, skripsi, artikel, ensiklopedi, aplikasi komputer maupun android, dan lain sebagainya.

3. Metode Pengumpulan Data

a. Wawancara

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini salah satunya adalah wawancara. Mengingat penelitian ini termasuk penelitian kualitatif, keterlibatan penulis sangatlah penting dalam pengumpulan data dan analisis data.²³ Jenis wawancara yang digunakan adalah wawancara tak terstruktur, yakni wawancara yang tidak berpedoman pada daftar pertanyaan.

Informan yang diwawancarai yaitu pencipta (*developer*) aplikasi android Miqat, Samer Joudi.

²³ Samiaji Sarosa, *Penelitian Kualitatif: Dasar-dasar*, (Jakarta: Indeks, 2012), hlm. 43.

Wawancara ini tidak dilakukan secara tatap muka tetapi melalui media pesan elektronik (*e-mail*).

b. Dokumentasi

Dokumentasi adalah mengumpulkan literatur yang berkaitan dengan penentuan arah kiblat dan teknologi Augmented Reality seperti buku-buku, kitab-kitab fikih, jurnal, artikel, ensiklopedi, aplikasi komputer maupun android, dan lain sebagainya. Pengumpulan data dari dokumentasi ini ditujukan untuk membantu penulis dalam mengkaji data dari Aplikasi Miqat untuk menentukan arah kiblat.

c. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data dengan mengamati langsung peristiwa yang sedang terjadi untuk mendapatkan data-data valid dari kemungkinan hal-hal, perilaku dan sebagainya saat kejadian tersebut berlangsung.²⁴ Penulis melakukan observasi pada aplikasi Miqat untuk mendapatkan data-data yang berkaitan dengan penelitian ini. Observasi dilakukan di selatan payung elektrik paling timur (Shaf Putri) Masjid Agung Jawa Tengah dengan percobaan sebanyak 5 kali dalam kurun waktu yang

²⁴ Moh. Nazir, *Metode Penelitian*, (Jakarta : Ghalia Indonesia, Cet 3, 1988), hlm. 212-213.

berbeda. Pemilihan lokasi tersebut dimaksudkan agar instrument penelitian mendapatkan pencahayaan dari Matahari yang lebih lama.

4. Metode Analisis Data

Setelah data dari wawancara, observasi, dan dokumentasi terkumpul, data kemudian diolah dan dianalisis. Analisis data yang penulis lakukan yaitu menggunakan metode deskriptif analiis matematis dan metode komparatif.

Proses analisis data dimulai dengan pengumpulan data-data yang berkaitan dengan penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality*. Kemudian, penulis akan mencari tahu metode dan perhitungan yang digunakan dalam aplikasi Miqat yang merupakan aplikasi android untuk menentukan arah kiblat berteknologi *Augmented Reality*. Selanjutnya penulis menganalisis keseluruhan data yang diperoleh termasuk hasil observasi. Tahap terakhir yaitu penulis melakukan komparasi dan uji akurasi hasil penentuan arah kiblat dari aplikasi android Miqat dengan hasil penentuan arah kiblat menggunakan Istiwa'aini di Masjid Agung Jawa Tengah.

G. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam memahami dan mempelajari skripsi ini, secara garis besar penulisan disusun per bab yang terdiri

dari lima bab, yang di dalamnya diperjelas dengan sub-sub pembahasan. Untuk lebih jelasnya, sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

Bab Pertama adalah Pendahuluan yang berfungsi sebagai acuan dalam penelitian. Bab ini akan membahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah yang hendak diteliti sebagai pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, telaah pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab Kedua adalah Tinjauan Umum Menghadap Kiblat. Bab ini akan membahas hal-hal yang berkaitan dengan pengertian kiblat, dasar hukum menghadap kiblat, sejarah kiblat, perpindahan kiblat, macam-macam metode penentuan arah kiblat, perhitungan arah kiblat, dan akurasi arah kiblat

Bab Ketiga adalah Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi *Augmented Reality* Pada Aplikasi Miqat Karya Samer Joudi. Bab ini akan membahas mengenai gambaran umum tentang aplikasi android berteknologi *Augmented Reality*, penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *augmented reality* pada aplikasi miqat.

Bab Keempat adalah Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi *Augmented Reality* Pada Aplikasi Miqat Karya Samer Joudi. Bab ini akan membahas mengenai analisis metode penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi

Miqat, menguji keakurasiannya dan membandingkan dengan hasil penentuan arah kiblat menggunakan Istiwa'aini di Masjid Agung Jawa Tengah.

Bab Kelima adalah Penutup. Pada bagian ini dijelaskan mengenai kesimpulan, saran/rekomendasi terkait dengan hasil penelitian, berupa uji akurasi penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *augmented reality* pada aplikasi Miqat karya Samer Joudi, dan penutup.

BAB II

TINJUAN UMUM MENGHADAP KIBLAT

A. Pengertian Arah Kiblat

Secara etimologis, kata kiblat berasal dari bahasa Arab yaitu قبلة. Kata قبلة merupakan salah satu bentuk masdar dari kata kerja يقبل – يقبل – يقبل yang berarti menghadap.¹ Kemudian pengertiannya dikhususkan pada suatu arah, dimana semua orang yang mendirikan shalat menghadap kepadanya.² Sedangkan definisi kiblat dalam kitab *Jami' al-Adillah ila Ma'rifati Simt al-Qiblah* adalah sebagai berikut :

هي لغة ما يقابل الشيء مطلقا، و عرفا خلاء يجعل في حائط نحو المسجد في الجانب الذي لجهة القبلة علامة عليها وشرعا نفس الكعبة المشرفة المعلومة من الدين بالضرورة³

Artinya : “Kiblat secara bahasa adalah sesuatu yang dihadapi secara mutlak, dan menurut pandangan umumnya adalah lahan kosong yang di bangun tembok sekeliling masjid untuk menjadi tanda arah kiblat, definisi secara syara’ adalah Kakbah yang dimuliakan yang telah diketahui agama secara *dloruri* (pasti).

¹ Ahmad Warson Munawir, *Al Munawir Kamus Arab-Indonesia*, (Surabaya: Pustaka Progressif, 1997), hlm. 1087-1088.

² Ahmad Mustafa al-Maraghi, *Terjemah Tafsir al-Maraghi, Juz II, Penerjemah: Anshori Umar Sitanggal*, (Semarang: CV. Toha Putra, 1993), hlm. 2.

³ Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Jami' al-Adillah ila Ma'rifati Simt al-Qiblah*, (Sampang: LAFAL (Lajnah Falkiyah LanBulan), 2016), hlm. 50.

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia dan Kamus Ilmiah Populer kiblat dimaknai sebagai arah atau tujuan.⁴ Kiblat yang mempunyai

pengertian arah, berarti identik dengan kata *jihah* dan *syatrah*, yang dalam bahasa latin dikenal dengan istilah *Azimuth*. Dalam wacana Ilmu Falak, *azimuth* diartikan sebagai arah yang posisinya diukur dari titik utara sepanjang lingkaran horizon searah jarum jam.⁵ Maksud definisi mengarah pada makna kiblat sebagai arah ke Kakbah di Mekah pada saat shalat⁶ atau jurusan ke Kakbah di Mekah, ke jurusan inilah kaum Muslimin harus menghadap setiap melakukan shalat lima kali sehari.⁷ Dalam al-Quran kata kiblat mempunyai dua arti, yaitu arah dan tempat.⁸

a. Kiblat Berarti Arah (Kiblat).

Firman Allah dalam Q.S al-Baqarah [2] ayat 142:

سَيَقُولُ السُّفَهَاءُ مِنَ النَّاسِ مَا وَلَّيْنَاهُمْ عَنْ قِبَلَتِهِمُ الَّتِي كَانُوا عَلَيْهَا قُلْ

لِلَّهِ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ يَهْدِي مَنْ يَشَاءُ إِلَى صِرَاطٍ مُسْتَقِيمٍ

⁴ Leonardo D. Marsam, *Kamus Praktis Bahasa Indonesia*, (Surabaya: Cv. Karya Utama, 1983), hlm. 145.

⁵ Moh. Murtadho, *Ilmu Falak Praktis*, (Malang: UIN-Malang Press, 2008), hlm. 123-124.

⁶ Departemen P & K, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, (Jakarta: Balai Pustaka, cet 2, 1989), hlm. 438.

⁷ Bumi Kurniawan, *Kamus Ilmiah Populer*, (Surabaya : CV. Citra Pelajar, t.th), hlm. 217.

⁸ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis; Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, (Semarang: Pustaka al-Hilal, Cet-2, 2012), hlm. 18-19.

Artinya: "Orang-orang yang kurang akal nya diantara manusia akan berkata: "Apakah yang memalingkan mereka (umat Islam) dari kiblatnya (Baitul Maqdis) yang dahulu mereka telah berkiblat kepadanya?" Katakanlah: "Kepunyaan Allah-lah timur dan barat; Dia memberi petunjuk kepada siapa yang dikehendaki-Nya ke jalan yang lurus".⁹

Arti kata kiblat sebagai arah juga terdapat pada Q.S al-Baqarah [2] ayat 143, ayat 144 dan ayat 145.

b. Kiblat Berarti Tempat Shalat

Firman Allah dalam Q.S Yunus [10] ayat 87 :

وَأَوْحَيْنَا إِلَىٰ مُوسَىٰ وَأَخِيهِ أَن تَبَوَّءَ لِقَوْمِكُمَا بِمِصْرَ بُيُوتًا وَاجْعَلُوا
بُيُوتَكُمْ قِبْلَةً وَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ وَبَشِّرِ الْمُؤْمِنِينَ ﴿٨٧﴾

Artinya: "Dan Kami wahyukan kepada Musa dan saudaranya: "Ambillah olehmu berdua beberapa buah rumah di Mesir untuk tempat tinggal bagi kaummu dan jadikanlah olehmu rumah-rumahmu itu tempat shalat dan dirikanlah olehmu sembahyang serta gembirakanlah orang-orang yang beriman".¹⁰

⁹ Kementrian Agama RI, *Al-Qur'an & Tafsirnya; Jilid 1*, (Jakarta: Widya Cahaya, 2015), hlm. 221.

¹⁰ Kementrian Agama RI, *Al-Qur'an & Tafsirnya; Jilid 4*, (Jakarta: Widya Cahaya, 2015), hlm. 353.

Menurut istilah, pembicaraan tentang kiblat tidak lain berbicara tentang arah ke Kakbah. Para ulama' bervariasi memberikan definisi tentang arah kiblat, antara lain:

1. Departemen Agama Republik Indonesia mendefinisikan sebagai suatu arah tertentu bagi kaum muslimin untuk mengarahkan wajahnya dalam melakukan shalat.¹¹
2. Abdul Aziz Dahlan dan kawan-kawan mendefinisikan kiblat sebagai bangunan Kakbah atau arah yang dituju kaum Muslimin dalam melaksanakan sebagian ibadah.¹²
3. Harun Nasution dan kawan-kawan dalam Ensiklopedi Hukum Islam mengartikan bahwa kiblat adalah sebagai arah menghadap pada waktu shalat.¹³
4. Mochtar Effendy mengartikan kiblat sebagai arah shalat, arah Ka,bah di kota Mekah.¹⁴

Sementara itu terdapat ahli falak yang mengaitkan pengertian arah kiblat dengan paradigma bumi sebagai planet yang bulat sehingga seseorang menghadap kiblat

¹¹ Departemen Agama RI, *Ensiklopedia Islam*, (Jakarta : CV. Anda Utama, 1993), hlm. 629.

¹² Abdul Azis Dahlan, et al, *Ensiklopedi Hukum Islam*, (Jakarta: PT Ichtiar Baru Van Hoeve, Cet I, 1996), hlm. 944.

¹³ Harun Nasution, et al, *Ensiklopedi Hukum Islam*, (Jakarta: Djambatan, 1992), hlm. 563.

¹⁴ Mochtar Effendy, *Ensiklopedi Agama dan Filsafat, Volume 5*, (Palembang: Penerbit Universitas Sriwijaya, 2001), hlm. 49.

hendaknya mengambil arah yang paling dekat. Hal ini didasarkan pada teori bumi bulat yang implikasinya antara “menghadap” dan “membelakangi” itu sama, yang membedakan hanyalah jarak tempuhnya. Pengertian arah kiblat yang mengaitkan dengan jarak tempuh dapat dilihat pada rumusan beberapa ulama’ antara lain.¹⁵

1. Slamet Hambali mengartikan arah kiblat adalah arah menuju Kakbah (*Baitullah*) melalui jalur paling terdekat dan menjadi keharusan setiap muslim untuk menghadap ke arah tersebut pada saat melakukan ibadah shalat di manapun berada di belahan dunia.¹⁶
2. Ahmad Izzuddin mengartikan arah kiblat sebagai arah terdekat dari seseorang menuju Kakbah dan setiap muslim wajib menghadap ke arahnya saat mengerjakan shalat.¹⁷
3. Muhyiddin Khazin arah kiblat adalah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati kota Mekah (Kakbah) dengan tempat kota yang bersangkutan, seperti Jakarta dengan arah yang

¹⁵ Moh. Murtadho, *Ilmu Falak Praktis*, hlm. 125.

¹⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat seluruh Dunia)*, hlm. 167.

¹⁷ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis ; Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), hlm. 20.

terdekat dengan Mekah adalah arah barat serong ke utara.¹⁸

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa definisi kiblat adalah arah terdekat dari seseorang menuju Kakbah di Mekah dihitung sepanjang lingkaran besar bola bumi dimana menghadap arah tersebut merupakan kewajiban bagi umat muslim yang mengerjakan shalat.

B. Dasar Hukum Menghadap Kiblat

a. Dasar Hukum dari al-Qur'an

Firman Allah dalam Q.S al-Baqarah [2] ayat 144 :

قَدْ نَرَى تَقَلُّبُ وَجْهَكَ فِي السَّمَاءِ ۖ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا ۚ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۚ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۗ وَإِنَّ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَفِيلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ ﴿١٤٤﴾

Artinya: “Sungguh Kami (sering) melihat mukamu menengadah ke langit, maka sungguh Kami akan memalingkan kamu ke kiblat yang kamu sukai. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidilharam. Dan dimana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya. Dan sesungguhnya orang-orang (Yahudi dan Nasrani) yang diberi al Kitab (Taurat dan Injil) memang mengetahui, bahwa berpaling ke Masjidilharam itu adalah benar dari

¹⁸ Muhyiddin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta : Buana Pustaka, Cet ke-3, 2004), hlm. 48.

Tuhannya; dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang mereka kerjakan.”¹⁹

Ayat di atas memerintahkan umat Muslim untuk menghadap Kakbah secara tepat ketika melakukan shalat baik yang melihat langsung maupun tidak langsung.²⁰ Perintah menghadap kiblat secara tersurat diperintahkan dengan teks *فول وجهك شطر المسجد الحرام*. Kata *فول* yang bermakna palingkanlah adalah *fi'il amar* yang maknanya perintah. Perintah memalingkan dalam ayat tersebut maknanya adalah memalingkan wajah dan anggota badan mengarah untuk menghadap ke kiblat.²¹

Firman Allah dalam Q.S al-Baqarah [2] ayat 149 :

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ
مِنْ رَبِّكَ وَمَا اللَّهُ بِغَفِيلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ ﴿١٤٩﴾

Artinya: “Dan dari mana saja kamu keluar (datang), maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. Dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan”.²²

¹⁹ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an & Tafsirnya; Jilid 1*, hlm. 221.

²⁰ Abdul Halim Hasan, *Tafsir Al-Ahkam*, (Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2006), hlm. 18.

²¹ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, hlm. 121.

²² Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an & Tafsirnya; Jilid 1*, hlm. 229.

kamu berada, hadapkanlah wajahmu ke arah itu agar tidak ada alasan bagi orang untuk menentangmu, kecuali orang-orang zalim. Jangan kamu takut pada mereka, tetapi takutlah kepada-Ku agar Aku sempurnakan nikmat-Ku kepadamu dan agar kamu mendapat petunjuk.”²⁵

Dalam ayat-ayat yang telah disebutkan diatas, firman Allah dalam kata *فول وجهك شطر المسجد الحرام* disebutkan sampai tiga kali. Menurut Ibnu Abbas sebagaimana dikutip Ibnu Katsir, pengulangan tersebut berfungsi sebagai penegasan pentingnya menghadap kiblat (*ta'kid*). Sementara itu, menurut Fakhrudin al-Razi sebagaimana dikutip Ibnu Katsir, pengulangan tersebut menunjukkan fungsi yang berbeda-beda. Pada surat al-Baqarah ayat 144, ungkapan tersebut ditujukan kepada orang-orang yang dapat melihat Kakbah, sedangkan pada surat al-Baqarah ayat 149, ungkapan tersebut ditujukan kepada orang-orang yang berada di luar Masjid al-Haram. Sementara itu, pada surat al-Baqarah ayat 150, ungkapan tersebut ditujukan kepada orang-orang yang berada di negeri-negeri yang jauh.²⁶

²⁵ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an & Tafsirnya; Jilid I*, hlm. 229.

²⁶ Ibn Katsir, *Tafsir al-Qur'an al-'Azhim, Jilid I*, (Beirut: Dar al-Fikr, 1992), hlm. 243.

b. Dasar Hukum dari al-Hadits

Hadits Riwayat Muslim

حدثنا ابو بكر بن ابي شيبة حدثنا عفان حدثنا حماد بن سلمة عن ثابت عن انس أن رسول الله صلى الله عليه وسلم كان يصلى نحو بيت المقدس فنزلت (قد نرى تقلب وجهك في السماء فلنولينك قبلة ترضاها فول وجهك شطر المسجد الحرام) فمر رجل من بنى سلمة وهم ركوع في صلاة الفجر وقد صلوا ركعة فنادى ألا إن القبلة قد حولت فمالوا كما هم نحو القبلة (رواه المسلم)²⁷

Artinya: “Ber cerita Abu Bakar bin Abi Syaibah, bercerita ‘Affan, bercerita Hammad bin Salamah, dari Tsabit dari Annas: Bahwa sesungguhnya Rasulullah saw. pada suatu hari sedang shalat dengan menghadap Baitul Maqdis, kemudian turunlah ayat “Sesungguhnya Aku melihat mukamu sering menengadah ke langit, maka sungguh kamu palingkan mukamu ke kiblat yang kamu kehendaki. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram” kemudian ada seseorang dari Bani Salamah berpergian, menjumpai sekelompok sahabat sedang ruku’ pada shalat fajar. Lalu ia menyeru, “Sesungguhnya kiblat telah berubah” Lalu mereka berpaling seperti kelompok Nabi yakni ke arah kiblat.”

Hadis ini menyatakan, bahwa menghadap kiblat dalam shalat adalah suatu kewajiban yang difardukan. Tegasnya hadis ini mewajibkan menghadap kiblat dalam

²⁷ Abu Al-Husain Muslim Bin Al-Hajjaj Bin Muslim Al-Qusyairy An-Naisabury, *Shahih Muslim, Juz. I*, (Beirut: Darul Kutubil ‘Ilmiyyah, t.t), hlm. 214-215.

shalat. Sebagaimana pendapat al-Syaukani bahwa ulama semuanya menetapkan bahwa menghadap kiblat dalam shalat menjadi syarat sahnya shalat, kecuali jika tak sanggup melakukannya, seperti di kala ketakutan dan dalam peperangan yang sangat sengitnya dan di shalat sunat dalam safar (perjalanan) yang dikerjakan di atas kendaraan.²⁸

Al-Hafiz dalam *Fath al-Bari* menjelaskan bahwa penggantian kiblat itu diterima Nabi saw. di kala salat Dzuhur. Tersiarinya berita ke seluruh kota Madinah di kala telah masuk waktu asar, dan sampainya berita itu ke Quba (suatu kampung yang jauhnya 3 mil dari Madinah), adalah pada salat subuh besoknya. Ubbad bin Basyar dari bani Salamah, yang menyampaikan kepada penduduk Quba. Ubbad berkata kepada mereka bahwannya ia telah salat beserta Nabi saw. menghadap ke arah Kakbah, tidak lagi menghadap ke arah Baitul Maqdis. Di kala orang yang sedang salat itu, mendengar katanya, berpalinglah mereka ke arah Kakbah.²⁹

c. **Pendapat Para Ulama**

Pada awalnya, kiblat mengarah ke Baitul Maqdis atau Masjidil Aqsa Jerussalem di Palestina. Namun, pada tahun

²⁸ Teungku Muhammad Hasbi ash-Shiddieqy, *Koleksi Hadis-Hadis Hukum*, Juz II, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, Cet. ke-2, 2001), hlm. 390-391.

²⁹ Imam al-Hafiz Ahmad bin Ali bin Hajar al-Asqalani, *Fath al-Bari*, Juz I, (Beirut: Dar al-Fikr, t.t), hlm. 506.

624 M ketika Nabi Muhammad saw. hijrah ke Madinah, arah kiblat berpindah ke arah Kakbah di Mekah hingga kini atas petunjuk wahyu dari Allah SWT. Beberapa ulama berpendapat bahwa turunnya wahyu perpindahan kiblat ini karena perselisihan Rasulullah saw. di Madinah.³⁰

Para ulama telah sepakat tentang Kakbah sebagai kiblat seluruh umat Islam dalam melakukan kewajiban ibadah shalat, akan tetapi dalam tataran teknis dan tata laksana menghadap kiblat terdapat varian perbedaan pendapat, terutama pada teritorial daerah yang jauh dari Kakbah. Sebaliknya, pada daerah yang jauh hingga tidak tampak bentuk fisik Kakbah para ulama masih berbeda pendapat tentang teknis menghadap kiblatnya.³¹ Setidaknya ada dua versi pendapat di kalangan ulama, yaitu :

1. Pendapat Ulama Syafi'i dan Hambali. Menurut keduanya, yang wajib adalah ke *ainul Kakbah*. Dan bagi orang yang tidak bisa melihat Kakbah secara langsung, maka ia harus menyengaja menghadap ke arah di mana Kakbah berada walaupun pada hakikatnya ia menghadap jihatnya saja. Sehingga yang menjadi kewajiban adalah menghadap ke arah

³⁰ Ahmad Izzan dan Iman Saifullah. *Studi Ilmu Falak Cara Mudah Belajar Ilmu Falak*, (Banten: Pustaka Aulia Media, cet ke-1, 2013), hlm. 98.

³¹ Moh. Murtadho, *Ilmu Falak Praktis*, hlm. 132.

Kakbah persis dan tidak cukup menghadap ke arahnya saja.³²

2. Pendapat Ulama Hanafi dan Maliki. Menurut keduanya, yang wajib adalah cukup *jihatul Kakbah*, jadi bagi orang yang dapat menyaksikan Kakbah secara langsung maka harus menghadap pada *ainul Kakbah*, jika ia berada jauh dari Mekah maka cukup dengan menghadap ke arahnya saja (tidak mesti persis), jadi cukup dengan persangkaannya bahwa disanalah kiblat.³³

C. Sejarah Kiblat dan Perpindahan Arah Kiblat

Kakbah adalah pusat ibadah seluruh umat Islam di mana pun. Kakbah juga merupakan pusat dari Masjidil Haram, masjid tertua dan terbesar di dunia dalam hal daya tampung jamaahnya.³⁴ Kakbah merupakan tempat peribadatan paling terkenal dalam Islam, dan biasa disebut dengan Baitullah (*The Temple or House of God*).³⁵ Dalam *The Encyclopedia Of Religion* dijelaskan bahwa bangunan Kakbah merupakan bangunan yang terbuat dari batu-batu (granit) Mekah yang kemudian dibangun

³² Abdurrahman bin Muhammad Awwad Al-Jaziry, *Kitabul Fiqh Ala Madzahibil Arba'ah*, (Beirut: Dar Ihya At tyrats Al araby, 1699), hlm. 177.

³³ Muhammad Ali As Shabuni, *Tafsir Ayat Ahkam As Shabuni*, (Surabaya: Bina Ilmu, 1983), hlm. 82.

³⁴ Ma'rufin Sudibyo, *Sang Nabi Pun Berputar (Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya)*, hlm. 1.

³⁵ C. E. Bostworth, et. al (ed), *The Encyclopedia Of Islam, Vol. IV*, (Leiden : E. J. Brill, 1978), hlm. 317.

menjadi bangunan berbentuk kubus (*cube-like building*) dengan tinggi kurang lebih 16 meter, panjang 13 meter dan lebar 11 meter.³⁶ Batu-batu yang dijadikan bangunan Kakbah saat itu di ambil dari lima gunung suci (*five sacred mountains*), yakni: Sinai, al-Judi, Hira, Olivet dan Lebanon.³⁷

Menurut Yaqut al-Hamawi³⁸ Nabi Adam AS dianggap sebagai peletak dasar bangunan Kakbah di Bumi karena bangunan Kakbah berada di lokasi kemah Nabi Adam AS setelah diturunkan Allah SWT dari surga ke Bumi.³⁹ Nabi Adam AS adalah orang pertama kali yang melakukan salat dan tawaf. Hal tersebut dilakukan secara terus menerus oleh Nabi Adam AS hingga Allah SWT mendatangkan angin topan yang menyebabkan lenyapnya bangunan Kakbah tersebut dan yang tersisa hanya pondasi dasarnya.⁴⁰

Pada masa Nabi Ibrahim AS dan putranya Nabi Ismail AS, lokasi itu digunakan untuk membangun sebuah rumah ibadah. Bangunan ini merupakan rumah ibadah pertama yang dibangun, berdasarkan ayat al-Quran surat al- Imran ayat 96:

³⁶ Mircea Eliade (ed), *The Encyclopedia Of Religion, Vol. 7*, (New York : Macmillan Publishing Company, t.t), hlm. 225.

³⁷ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, hlm. 34-35.

³⁸ Ahli sejarah dari Irak lahir pada tahun 575 H/1179 M dan wafat pada tahun 626 H/ 1229 M.

³⁹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis ; Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, hlm. 26

⁴⁰ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1(Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat seluruh Dunia)*, hlm. 160.

إِنَّ أَوَّلَ بَيْتٍ وُضِعَ لِلنَّاسِ لَلَّذِي بِبَكَّةَ مُبَارَكًا وَهُدًى لِّلْعَالَمِينَ ﴿١٦﴾

Artinya: “Sesungguhnya rumah yang mula-mula dibangun untuk tempat beribadah manusia ialah Baitullah yang di *Bakkah* (Mekah) yang diberkahi dan menjadi petunjuk bagi semua manusia.”⁴¹

Dalam pembangunan itu Nabi Ismail AS menerima Hajar Aswad (batu hitam) dari Malaikat Jibril di Jabal Qubais, lalu meletakkannya di sudut tenggara bangunan.⁴² Bangunan itu berbentuk kubus yang dalam bahasa Arab disebut *Muka'ab*. Dari kata inilah muncul sebutan Kakbah.⁴³ Nabi Ismail bertugas membawa batu dan Nabi Ibrahim yang menyusunnya. Ketika susunan batu semakin tinggi, Nabi Ismail membawakan sebuah

⁴¹ Departemen Agama Republik Indonesia, *Mushaf Al-Qur'an Terjemah*. (Jakarta: Kelompok Gema Insani, 2002, hlm. 62. Dalam hal ini Ahli Kitab mengatakan bahwa rumah ibadah yang pertama kali di bangun berada di Bait al-Maqdis, dan oleh karena itu Allah membantahnya.

⁴² Achmad Jaelani, et al, *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat (Fiqh, Aplikasi, Praktis, Fatwa dan Software)*, hlm. 17.

⁴³ Mircea Eliade (ed), *The Encyclopedia Of Religion*, hlm. 228. Dalam *The Encyclopedia Of Religion* disebutkan bahwa Hajar Aswad atau batu hitam yang terletak di sudut tenggara bangunan Kakbah ini sebenarnya tidak berwarna hitam, melainkan berwarna merah ke-coklatan (gelap). Hajar Aswad ini merupakan batu yang “disakralkan” oleh umat Islam. Mereka mencium atau menyentuh Hajar Aswad tersebut saat melakukan tawaf karena Nabi Muhammad saw. juga melakukan hal tersebut. Pada dasarnya “penyakralan” tersebut dimaksudkan bukan untuk menyembah Hajar Aswad, akan tetapi dengan tujuan menyembah Allah SWT.

batu untuk pijakan oleh Nabi Ibrahim. Batu inilah yang diabadikan dengan nama *Maqam Ibrahim*.⁴⁴

Setelah Nabi Ibrahim AS wafat pemegang kuasa atas Kakbah adalah Nabi Ismail AS hingga Beliau wafat, kemudian pemeliharaan Kakbah dipegang oleh keturunannya hingga datang bani Khuza'ah yang datang memerangi kabilah-kabilah di sekitar Kakbah dan kemudian menguasai Kakbah. Bani Khuza'ah inilah yang memperkenalkan masyarakat dengan penyembahan berhala, orang pertama yang membawa berhala ke dalam Kakbah adalah Amr bin Lahy, nenek moyang Bani Khuza'ah atas persetujuan Bani Jurhum.⁴⁵

Pemeliharaan Kakbah selanjutnya dipegang oleh kabilah-kabilah Quraisy yang merupakan generasi penerus garis keturunan Nabi Ismail.⁴⁶ Kakbah kemudian sampai ke tangan Qushay bin Kilab sebagai pemuka dari suku Quraisy. Qushay membangun atap Kakbah pertama kali. Atap Kakbah terbuat dari kayu dum dan pelepah kurma.⁴⁷ Menjelang kedatangan Islam Kakbah dipelihara oleh Abdul Muthalib, kakek Nabi Muhammad saw. Beliau

⁴⁴ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat seluruh Dunia)*, hlm. 161.

⁴⁵ Azraqiy, *Akhbar Mekkah, Jilid I*, (Mekkah : Al-Majidiyyah, tth), hlm. 97-98.

⁴⁶ Abdul Aziz Dahlan, et al, *Ensiklopedi Hukum Islam*, hlm. 944.

⁴⁷ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat seluruh Dunia)*, hlm. 162.

menghiasi pintunya dengan emas yang ditemukan ketika menggali sumur Zamzam.⁴⁸

Bangsa Quraisy membangun enam tiang di dalam Kakbah dengan posisi dua sejajar. Atas usulan Hudzaifah bin Mughirrah, Kakbah ditinggikan bagian pintunya. Mughirrah ingin bangunan Kakbah dilengkapi tangga dan hanya dimasuki oleh orang-orang yang disukai. Dari usulan tersebut, kemudian ketinggian Kakbah berubah dari 9 hasta menjadi 18 hasta.⁴⁹

Kakbah sebagai bangunan pusaka purbakala semakin rapuh dimakan waktu, sehingga banyak bagian-bagian temboknya yang retak dan bengkok. Beberapa tahun sebelum *bis'ah*, Mekkah dilanda banjir hingga menggenangi Kakbah. Pada saat itu orang-orang Quraisy berpendapat perlu diadakan renovasi bangunan Kakbah untuk memelihara kedudukannya sebagai tempat suci. Dalam renovasi ini turut serta pemimpin–pemimpin kabilah dan para pemuka masyarakat Quraisy. Sudut-sudut Kakbah itu oleh Quraisy dibagi empat bagian,⁵⁰ tiap kabilah mendapat satu sudut yang harus di rombak dan di bangun kembali. Ketika sampai ke tahap peletakan *Hajar Aswad* mereka berselisih tentang siapa yang

⁴⁸ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak : Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, (Yogyakarta : Suara Muhammadiyah, 2007), hlm. 42.

⁴⁹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat seluruh Dunia)*, hlm. 163.

⁵⁰ Pojok sebelah utara disebut *al-Rukn al-Iraqi*, sebelah barat *al-Rukn al-Syam*, sebelah selatan *al-Rukn al-Yamani* , sebelah timur *al-Rukn al-Aswadi* (karena Hajar Aswad terletak di sini).

akan meletakkannya. Pilihan akhirnya jatuh ke tangan seseorang yang dikenal sebagai *al-Amin* (yang jujur atau yang dipercaya) yaitu Muhammad bin Abdullah.⁵¹ Setelah penaklukan kota Mekah, pemeliharaan Kakbah di pegang oleh kaum muslimin. Dan berhala-berhala sebagai lambang kemusyrikan yang terdapat di sekitarnya pun dihancurkan oleh kaum muslimin.⁵²

Menurut riwayat Ibnu Abi Syaibah, Abu Daud dan Al-Baihaqi dari Ibnu Abbas, ketika Rasulullah masih di Mekah sebelum pindah ke Madinah, ketika shalat beliau menghadap kiblat ke Baitul Maqdis, tetapi Kakbah di hadapan beliau. Setelah pindah ke Madinah, beliau langsung berkiblat ke Baitul Maqdis 16 bulan setelah itu Allah memalingkan kiblatnya ke Kakbah.⁵³

D. Macam-Macam Metode Penentuan Arah Kiblat

Dalam penentuan arah kiblat ada beberapa metode yang digunakan, dan untuk menentukan arah kiblat haruslah benar-benar teliti. Menurut Ahmad Izzuddin dalam buku “Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya” mengklasifikasikan metode penentuan arah kiblat berdasarkan

⁵¹ Penjelasan lebih lengkap baca di Muhammad Husain Haikal, *Sejarah Hidup Muhammad*, (Jakarta: Litera Antar Nusa, cet. X, 1989), hlm. 68-70.

⁵² Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, hlm. 34-35.

⁵³ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat seluruh Dunia)*, hlm. 170.

tipologi aplikasinya yaitu metode alamiah, alamiah ilmiah, dan ilmiah alamiah.⁵⁴

a. Metode Alamiah (Natural)

Metode pengukuran arah kiblat yang murni merujuk pada gejala atau tanda alam, metode-metode pengukuran arah kiblat yang termasuk dalam kategori alamiah adalah :

1. Menggunakan Rasi Bintang

Rasi bintang merupakan sekumpulan bintang yang berada di suatu kawasan langit, mempunyai bentuk yang hampir sama dan kelihatan berdekatan antara satu sama lain. Menurut *Internasional Astronomical Union* (IAU), kubah langit dibagi menjadi delapan puluh delapan (88) kawasan rasi bintang.⁵⁵

Metode pengukuran arah kiblat menggunakan pedoman benda langit ini (rasi bintang), sudah tampak pada masa Nabi dan para sahabat. Pada zaman Nabi saw. yaitu ketika Nabi berada di Madinah, Nabi waktu itu shalat berjihad menghadap ke arah selatan. Posisi Madinah yang berada di sebelah utara Mekah

⁵⁴ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, hlm. 146-147.

⁵⁵ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, (Semarang : Walisongo Press, Juli 2010, cet 1), hlm. 45-46

menjadikan posisi arah ke Kakbah menghadap selatan.⁵⁶

Dalam metode ini, ada beberapa bintang atau rasi bintang yang dapat dijadikan pedoman, ada rasi bintang yang menghasilkan arah selatan, arah utara atau bahkan arah kiblat secara langsung.

Pertama, rasi bintang *Crux* (rasi bintang salib selatan atau gubuk penceng). Rasi bintang *Crux* ini terdiri dari 4 (empat) bintang yang berbentuk salib dan berada di selatan. Bila dari bintang teratas (bintang *Gacrux*) ditarik garis lurus melewati bintang terbawah (bintang *Acrux*), maka perpotongan garis ini dengan cakrawala adalah titik selatan,⁵⁷

Kedua, bintang Polaris (bintang Utara). Bintang ini disebut Bintang Utara atau North Star dikarenakan letak bintang ini sangat berdekatan dengan kutub utara, berada pada kurang 1° dari kutub utara dan tidak bergerak dari tempatnya sebab axis bumi menghadap ke arahnya.⁵⁸

⁵⁶ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, hlm. 63.

⁵⁷ A. Kadir, *Fiqh Qiblat : Cara Sederhana Menentukan Arah Shalat Agar Sesuai Syari'at*, (Yogyakarta: Pustaka Pesantren, cet ke-1, 2012), hlm. 42.

⁵⁸ Ihwan Muttaqin, *Skripsi Studi Analisis Metode Penentuan Arah Kiblat Dengan Menggunakan Equatorial Sundial*, (Semarang : Fakultas Syariah IAIN Walisongo, 2012), hlm. 29.

Ketiga, rasi bintang Orion. Rasi bintang ini dapat langsung digunakan untuk menentukan arah kiblat, namun hanya dapat dipakai di wilayah Indonesia saja. Pada rasi ini terdapat tiga bintang yang berderet yaitu Mintaka, Alnilam dan Alnitak. Arah kiblat dapat diketahui dengan memanjangkan arah tiga bintang berderet tersebut ke arah barat (dari Alnitak melewati Alnilam hingga Mintaka).⁵⁹

b. Metode Alamiah Ilmiah

Klasifikasi metode alamiah ilmiah ini didasarkan pada kejadian atau fenomena alam yang kemudian dimanfaatkan untuk mengukur arah kiblat dengan perhitungan. Yang termasuk dalam metode ini adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan Kompas

Kompas merupakan alat navigasi berupa panah penunjuk magnetis yang menyesuaikan dirinya dengan medan magnet bumi untuk menunjukkan arah mata angin. Pada prinsipnya, kompas bekerja berdasarkan medan magnet. Kompas dapat menunjukkan kedudukan kutub-kutub magnet bumi,

⁵⁹ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, hlm. 66.

karena sifat magnetnya, maka jarumnya akan selalu menunjukkan arah Utara-Selatan magnetis.⁶⁰

2. Menggunakan Tongkat Istiwa'

Tongkat Istiwa, adalah sebuah alat bantu yang dapat dibuat dari besi, kayu atau benda lain yang tegak lurus, ditancapkan di tengah-tengah lingkaran dalam posisi tegak lurus sebagai titik pusatnya.⁶¹ Lingkaran tersebut berguna untuk membuat garis timur-barat sejati, setelah mengetahui arah timur-barat sejati buatlah garis tegak lurus untuk mendapatkan garis utara-selatan sejatinya. Setelah menemukan keempat arah mata angin sejati, arah kiblat dapat diperoleh sesuai dengan hasil perhitungan arah kiblat tempat tersebut, dihitung baik dari titik Utara sejati maupun titik Barat sejati.

3. Menggunakan Astrolabe atau Rubu Mujayyab

Astrolabe adalah gambaran dari model matematis langit yang dapat diatur sedemikian rupa untuk memberikan data angkasa, penunjuk waktu sepanjang tahun, dan informasi astrologi yang dapat memecahkan beragam masalah astronomi serta

⁶⁰ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, hlm. 67.

⁶¹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak : Arah Kiblat Setiap Saat*, hlm. 29.

penanggalan, termasuk penentuan waktu salat dan penentuan arah kiblat.⁶²

Rubu Mujayyab adalah suatu alat untuk menghitung fungsi geneometris, yang sangat berguna untuk memproyeksikan suatu peredaran benda langit pada lingkaran vertikal. Alat ini terbuat dari kayu atau papan berbentuk seperempat lingkaran, salah satu mukanya biasanya ditemplei kertas yang sudah diberi gambar seperempat lingkaran dan garis-garis derajat serta garis-garis lainnya. Dalam istilah geometri alat ini disebut "*Quadrant*".⁶³

4. Menggunakan Busur Derajat

Busur derajat atau yang sering dikenal dengan nama busur merupakan alat pengukur sudut yang berbentuk setengah lingkaran (180°) atau bisa berbentuk lingkaran (sebesar 360°). Cara penggunaan busur ini hampir sama dengan *Rubu' Mujayyab*. Cukup meletakkan pusat busur pada titik perpotongan Utara-Selatan dan Barat-Timur. Kemudian tandai berapa derajat sudut kiblat tempat yang dicari. Tarik

⁶² Howard R. Turner, *Science in Medieval Islam An Illustrated Introduction*, diterjemahkan oleh Anggota IKAPI, *Sains Islam yang Mengagumkan (sebuah catatan terhadap abad pertengahan)*, (Bandung : Nuansa, cet 1, 2004), hlm. 101.

⁶³ Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama, *Almanak Hisab Rukyat*, (Jakarta : Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, 1981), hlm. 132.

garis dari titik pusat menuju tanda dan itulah arah kiblat.⁶⁴

5. Menggunakan Segitiga Kiblat

Segitiga kiblat merupakan metode pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan segitiga siku-siku dari nilai arah kiblat suatu tempat. Segitiga kiblat ini digunakan setelah pengguna mengetahui *azimuth* kiblat untuk mempermudah penerapan sudut kiblat di lapangan. Dasar yang digunakan dalam pemakaian segitiga siku-siku dalam menentukan arah kiblat adalah perbandingan-perbandingan trigonometri segitiga siku-siku.⁶⁵

6. Menggunakan Mizwala Qibla Finder

Mizwala merupakan sebuah alat praktis karya Hendro Setyanto untuk menentukan arah kiblat secara praktis dengan menggunakan sinar Matahari. Mizwala merupakan modifikasi bentuk Sundial, terdiri dari gnIomon (tongkat berdiri), bidang dial (bidang lingkaran) yang memiliki ukuran sudut derajat, dan kompas kecil sebagai ancar-ancar. Penentuan arah kiblat dengan Mizwala ini yaitu dengan menggunakan sinar matahari, mengambil bayangan pada waktu yang

⁶⁴ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, hlm. 74-75.

⁶⁵ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, hlm. 57.

dikehendaki. Kemudian bidang dial diputar sebesar sudut yang ada pada program. Setelah itu, lihat sudut *azimuth* kiblat tempat tersebut pada bidang dial dan tarik dengan benang. Garis tersebut adalah arah kiblat.⁶⁶

7. Menggunakan Istiwa'aini

Istiwaaini adalah *tatsniyyah* dari kata *istiwa'*. Yaitu sebuah alat sederhana yang terdiri dari dua tongkat *istiwa'* yang artinya keadaan lurus⁶⁷ yaitu sebuah tongkat yang berdiri tegak lurus. Istiwa'aini merupakan alat karya Slamet Hambali. Satu tongkat berada di titik pusat lingkaran dan satunya lagi berada di titik 0° lingkaran.⁶⁸ Alat ini didesain untuk mendapatkan arah kiblat, arah *true north* dan sebagainya yang akurat dengan biaya murah, walaupun sistem penggunaannya sama dengan theodolite yang harganya sangat mahal.⁶⁹

⁶⁶ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis ; Metode Hisab dan Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya*, hlm. 72.

⁶⁷ Ahmad Warson Munawir, *Al-Munawwir Kamus Arab-Indonesia*, hlm. 682.

⁶⁸ Slamet Hambali, *Makalah Seminar Nasional Uji Kelayakan Istiwa'aini Sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Kiblat yang Akurat*, oleh Prodi Ilmu Falak Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang, pada hari Kamis, 5 Desember 2013 di Audit 1 lantai 2 kampus 1 IAIN Walisongo Semarang, hlm. 7.

⁶⁹ Slamet Hambali, *Laporan Hasil Penelitian Individual Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwa'aini Karya Slamet Hambali*, (Semarang : IAIN Walisongo Semarang, 2014), hlm. 64.

8. Menggunakan Theodolite

Theodolite merupakan alat yang digunakan untuk mengukur sudut horisontal (*Horizontal Angel* = HA) dan sudut vertikal (*Vertical Angel* = VA). Alat ini banyak digunakan sebagai piranti pemetaan pada survei Geologi dan Geodesi. Theodolite berpedoman pada posisi dan pergerakan benda-benda langit dan bantuan satelit-satelit GPS, theodolite dapat menunjukkan suatu posisi hingga satuan detik busur (1/3600). Theodolite terdiri dari sebuah teleskop kecil yang terpasang pada sebuah dudukan. Saat teleskop kecil ini diarahkan maka angka kedudukan vertikal dan horisontal akan berubah sesuai perubahan sudut pergerakannya. Setelah theodolite berskala analog maka kini banyak diproduksi Theodolite dengan menggunakan teknologi digital sehingga pembacaan skala jauh lebih mudah.⁷⁰ Theodolite juga dilengkapi dengan pembesaran lensa yang bervariasi. Oleh sebab itu, pengukuran arah kiblat menggunakan alat ini akan menghasilkan data yang paling akurat.⁷¹

⁷⁰ Mutoha arkanuddin, *Modul Pelatihan Perhitungan dan Pengukuran Arah Kiblat*, disampaikan pada tanggal 26 September 2007 di Masjid Syuhada Yogyakarta, hlm. 18.

⁷¹ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, hlm. 55.

c. Metode Ilmiah Alamiah

Metode ini merupakan jenis metode yang dimulai dengan perhitungan ilmiah dan dibuktikan secara alamiah di lapangan. Metode yang termasuk dalam klasifikasi ini adalah :

1. Rashdul Kiblat

Rashdul Kiblat atau yang biasa disebut bayangan arah kiblat adalah bayangan setiap benda yang berdiri tegak lurus dipermukaan bumi berimpit dengan arah kiblat, sehingga menunjukan langsung ke arah kiblat. Untuk rashdul kiblat ini terjadi di siang hari karena menggunakan bayangan matahari.⁷² Rashdul kiblat terbagi menjadi dua yaitu bayangan arah kiblat di atas Kakbah (rashdul kiblat global) dan bayangan arah kiblat di jalur Kakbah (rashdul kiblat lokal).

1) Rashdul Kiblat Global

Rashdul kiblat global adalah petunjuk arah kiblat yang diambil dari posisi matahari ketika sedang berkulminasi (*Merpass*) di titik Zenith Kakbah. Untuk Rashdul Kiblat global ini terjadi dua kali dalam setahun yaitu pada setiap tanggal 27 atau 28 Mei pada pukul 16.18 WIB

⁷² Zainul Arifin, *Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Lukita, 2012), hlm. 22.

dan pada setiap tanggal 15 atau 16 Juli pada pukul 16.27 WIB.⁷³

Metode rashdul kiblat global hanya dapat dilakukan pada siang hari dan berlaku di daerah yang waktu lokalnya berselisih maksimum sekitar 5 hingga 5,5 jam dari Kakbah baik disebelah Timur (Asia) atau Barat (Afrika dan Eropa) kecuali untuk daerah abnormal atau tempat yang interval siang dan malamnya tidak seimbang atau ekstrimnya di dekat kutub Utara ketika Matahari selalu ada di atas ufuk.

Jadi pada tanggal 27-28 Mei maupun 15-16 Juli, tempat-tempat yang dapat melakukan metode ini adalah seluruh Afrika dan Eropa, Rusia, serta seluruh Asia, kecuali Indonesia Timur (Papua). Di Papua, Australia ataupun kepulauan di Samudera Pasifik tidak terjadi Rashdul Qiblat karena Matahari sudah tenggelam).⁷⁴

Adapun untuk penentuan arah kiblat menggunakan rashdul kiblat global sebagai berikut: *Pertama*, tentukan lokasi yang akan

⁷³ Slamet Hambali, *Ilmu Falak : Arah Kiblat Setiap Saat*, hlm. 38.

⁷⁴ Zainul Arifin, *Ilmu Falak*, hlm. 23.

dicek atau ditentukan arah kiblat. Kedua, sediakan benda apapun yang berdiri tegak lurus di tempat yang datar. *Ketiga*, tunggu sampai bayangan tersebut pada saat rashdul kiblat atau waktu yang telah ditentukan. *Keempat*, bayangan tersebut mengarah menuju arah kiblat dan diberi tanda menggunakan spidol ataupun yang lainnya.

2) Rashdul Kiblat Lokal

Rashdul kiblat lokal adalah salah satu metode pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan posisi matahari saat memotong lingkaran kiblatnya suatu tempat, sehingga semua benda yang berdiri tegak lurus pada saat tersebut bayangannya adalah menunjukkan arah kiblat di tempat tersebut.⁷⁵ Dengan demikian bahwa rashdul kiblat ini bisa dilakukan setiap hari dan untuk menentukannya harus dihitung terlebih dahulu sesuai dengan koordinat tempat tersebut. Rashdul kiblat lokal ini bisa dikatakan bahwa posisi matahari di jalur Kakbah. Hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan arah kiblat dengan metode Rashdul Kiblat ini

⁷⁵ Slamet, *Ilmu Falak : Arah Kiblat Setiap Saat*, hlm. 45.

memastikan benda yang kita berdirikan benar-benar tegak, jika tidak, maka hasil bayang-bayang kiblat tidak dapat kita gunakan sebagai arah kiblat karena tidak akurat.

2. Menggunakan Equatorial Sundial

Sundial merupakan alat sederhana yang terbuat dari semen, kayu atau semacamnya yang diletakkan di tempat terbuka agar mendapat sinar Matahari. Di Indonesia sundial lebih dikenal dengan sebutan bencet.⁷⁶ Di samping untuk mengetahui waktu, sundial juga dapat digunakan untuk mengetahui arah kiblat.⁷⁷

Selain dari metode penentuan arah kiblat diatas, ada pula metode penentuan arah kiblat menggunakan perangkat lunak (*software*) komputer maupun aplikasi android pada *smartphone*. *Software* arah kiblat adalah semua *software* baik dalam bentuk program perhitungan atau yang menggunakan pencitraan satelit yang dapat membantu menunjukkan arah kiblat. Berikut adalah beberapa *software* dan aplikasi android untuk membantu menunjukkan arah kiblat, antara lain:

⁷⁶ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Opcit, hlm 12.

⁷⁷ Wahab Az-Zuhaili, *Fiqih Islam Wa Adillatuhu, terjemahan .Abdul Hayyie al-Kattani, dkk*, (Jakarta: Gema Insani, 2010), hlm. 631.

1. *Qibla Locator*

Salah satu *software* yang digunakan untuk pengecekan arah kiblat adalah *qibla locator*. Aplikasi ini dapat diakses melalui alamat web www.qiblalocator.com. Aplikasi *software* ini dapat dioperasikan dengan cara memasukkan nama tempat atau daerah yang dicari arah kiblatnya. Kemudian *software* tersebut akan mencari posisi tempat tersebut lengkap dengan data lintang, bujur, dan sudut kiblatnya serta dilengkapi dengan garis kuning yang menunjukkan arah kiblat dari tempat tersebut ke Kakbah. Dengan demikian, akan diketahui apakah sebuah tempat atau bangunan tersebut telah tepat arah kiblatnya.⁷⁸

2. *Google Earth*

Aplikasi yang satu ini berbeda dengan *software* sebelumnya. Bila *software* sebelumnya langsung dapat diakses dengan mengetikkan alamat *website*-nya, *software Google Earth* baru digunakan setelah diinstal ke komputer atau laptop. *Google Earth* juga dapat diakses melalui *smartphone* android dengan mengunduhnya di *Google Play Store*. Setelah diunduh dan diinstal di komputer, maka aplikasi ini dapat digunakan. *Software Google Earth* dapat

⁷⁸ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak : Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*, (Depok : PT Rajagrafindo Persada, 2017), hlm. 300-301.

digunakan untuk mengecek data lintang, bujur, sudut kiblat, arah kiblat, dan jarak dari suatu tempat ke Kakbah.⁷⁹

Aplikasi ini berbasis citra satelit yang dapat mengetahui arah kiblat suatu tempat di permukaan Bumi. Penggunaan program ini dapat digunakan apabila terhubung dengan internet sehingga pencarian tempat atau sudut kiblat di permukaan Bumi dapat mudah dilakukan. Aplikasinya dalam arah kiblat yakni mengetahui suatu tempat dan titik Kakbah dengan memasukan informasi titik koordinatnya pada “*My Places*” yang kemudian menggunakan *tool ruler* yang ada untuk mengetahui *azimuth* kiblat tersebut.⁸⁰

Dari berbagai macam metode penentuan arah kiblat diatas, sejauh ini kompas menjadi metode penentuan arah kiblat dengan keakurasian terendah. Sedangkan Theodolite dan Rasdhul Kiblat Global menjadi metode penentuan arah kiblat yang paling akurat.

E. Perhitungan Arah Kiblat dan Akurasinya

1. Perhitungan Arah Kiblat

Ilmu Falak mempunyai konsep menghadap arah kiblat berdasarkan posisi manusia di Bumi. Mengingat bahwa setiap titik di permukaan Bumi ini berada di permukaan bola

⁷⁹ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak : Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*, hlm. 301.

⁸⁰ Anisah Budiwati, *Tongkat Istiwa', Global Positioning System (GPS) dan Google Earth Untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi Dan Aplikasinya Dalam Penentuan Arah Kiblat*, (Semarang : Al-Ahkam, Volume 26, Nomor 1, April 2016).

Bumi maka perhitungan arah kiblat dilakukan dengan rumus segitiga bola (*Spherical Trigonometry*).⁸¹ Untuk perhitungan arah kiblat, ada tiga titik yang diperlukan, yaitu:

- a. Titik A, terletak di lokasi yang diinginkan arah kiblatnya
- b. Titik B, terletak di Kakbah yang berada di Kota Mekah
- c. Titik C, terletak di titik kutub utara

Titik B dan titik C adalah titik yang tetap, karena titik B berada di Kakbah dan titik C berada di titik utara. Titik A senantiasa berubah sesuai tempat mana yang akan dihitung arah kiblatnya. Ketiga sisi segitiga ABC diberi nama dengan huruf kecil dari nama sudut di depannya.⁸²

- a. Sisi BC diberi nama sisi a karena di depan sudut A
- b. Sisi AC diberi nama sisi b karena di depan sudut B
- c. Sisi AB diberi nama sisi c karena di depan sudut C

Perhitungan arah kiblat dapat menggunakan rumus berikut:⁸³

$$\begin{aligned} \cot c &= \cos b \times \cos c = \sin b \times \cotg a - \sin c \times \cotg A \\ &= \cos b \times \cos c = \sin b \times \cotg a - \sin c \times \cotg A \\ & / \sin c \end{aligned}$$

⁸¹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta : Buana Pustaka, Cet ke-3, 2004), hlm. 52.

⁸² Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, hlm. 53.

⁸³ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1; Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, hlm. 35.

$$\begin{aligned}
&= \frac{\cos b \times \cos c}{\sin c} = \frac{\sin b \times \cotg a - \sin c \times \cotg A}{\sin c} \\
&= \cos b \times \cotg c = \frac{\sin b \times \cotg a - \cotg A}{\sin c} \\
\cotg B &= \frac{\sin b \times \cotg a - \cos b \times \cotg c}{\sin c}
\end{aligned}$$

Keterangan :

$$a = (90^\circ - \Phi B)$$

$$b = (90^\circ - \Phi A)$$

$$c = (\lambda A - \lambda B)$$

$$\frac{\sin (90^\circ - \Phi A) \times \cotg (90^\circ - \Phi B) - \cos (90^\circ - \Phi A) \times \cotg (\lambda A - \lambda B)}{\sin (\lambda A - \lambda B)}$$

atau

Arah Kiblat =

$$\frac{\cotg B = \cos \Phi A \operatorname{Tg} \Phi B - \sin \Phi A \times \cotg (\lambda A - \lambda B)}{\sin (\lambda A - \lambda B)}$$

Keterangan :

$$\cos (90^\circ - \Phi A) = \sin \Phi A$$

$$\cotg (90^\circ - \Phi B) = \operatorname{Tg} \Phi B$$

$$\sin (90^\circ - \Phi A) = \cos \Phi A$$

2. Akurasi Arah Kiblat

Dalam kamus bahasa Indonesia, kata akurat memiliki arti : teliti, seksama, cermat, tepat benar.⁸⁴ Apabila kata akurat digunakan untuk kata “arah kiblat yang akurat”, maka

⁸⁴ KBBI, *Arti Kata Akurat*, diakses dari <https://www.kbbi.web.id/akurat> pada tanggal 14 Juli 2019 pukul 21.00 WIB.

dapat dimaknai bahwa arah kiblat yang dimaksud adalah tepat benar, yaitu benar-benar mengarah ke arah Kakbah.⁸⁵

Sampai saat ini, ada tiga teori besar yang digunakan untuk mengetahui *azimuth* atau arah kiblat suatu tempat di permukaan bumi, yaitu teori navigasi, teori segitiga bola, dan teori geodesi. Teori-teori tersebut berpatokan pada dua acuan yaitu arah yang mengacu pada garis yang memiliki arah konstan yang disebut *loxodrom* dan arah arah yang mengacu pada garis yang memiliki arah yang tidak konstan yang disebut dengan *orthodrom*. *Loxodrom* adalah acuan arah yang digunakan dalam teori navigasi. Adapun *orthodrom* merupakan acuan arah yang digunakan dalam teori trigonometri dan teori geodesi. Perbedaan antara teori trigonometri dan geodesi adalah bahwa pada teori trigonometri paradigma yang digunakan adalah bahwa bumi berbentuk bulat seperti bola (*sphere*) adapun pada teori geodesi paradigma yang digunakan adalah bahwa bumi berbentuk elips (*ellipsoid*). Dari perbandingan perhitungan teori arah kiblat yaitu yang mengacu pada garis *orthodrom* (teori trigonometri bola dan teori geodesi) dan garis *loxodrome* (teori navigasi), maka teori yang paling tepat dan akurat dalam perhitungan arah kiblat yaitu menggunakan

⁸⁵ Slamet Hambali, *Laporan Hasil Penelitian Individual Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwa'aini Karya Slamet Hambali*, hlm. 48.

garis *orthodrom*, yakni teori geodesi dengan konsep bentuk bumi yang lebih mendekati *ellipsoid*.⁸⁶

Indonesia secara geografis terletak di antara garis lintang 6° LU dan 11° LS serta garis bujur 95° BT dan 141° BT. Rentang nilai arah kiblat Indonesia bervariasi dari *azimuth* 290° hingga 296°. Nilai terkecil yakni *azimuth* 290° 09, berada di Kota Merauke (ibu kota Kabupaten Merauke, Papua). Sementara nilai terbesar yakni *azimuth* 293°33', berada di Kota Manna (ibu kota Kabupaten Bengkulu Selatan, Bengkulu). Dengan demikian, bagi seluruh wilayah Indonesia memiliki selisih *azimuth* kiblat 5°24'.⁸⁷

Slamet Hambali dalam laporan penelitian individualnya yang berjudul “Menguji Tingkat keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwa’aini Karya Slamet Hambali” membagi tingkat akurat dalam pengukuran arah kiblat menjadi 4 kategori, yaitu :

- a. Sangat akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat berhasil memperoleh arah kiblat yang benar-benar tepat ke arah Kakbah (Masjidil Haram).
- b. Akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat selisih/perbedaan tidak keluar dari kriteria Thomas

⁸⁶Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap MetodeMetode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, hlm. 145-146.

⁸⁷ Marufin Sudibyo, *Sang Nabi Pun Berputar; Arah Kiblat Dan Tata Cara Pengukurannya*, hlm. 138-139.

Djamaluddin yang menganggap nilai kemelencengan $0^{\circ}42'46,43''$ masih masuk dalam kategori akurat.

- c. Kurang akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat terjadi kemelencengan antara $0^{\circ}42'46,43''$ sampai dengan $22^{\circ}30'$, hal ini dikarenakan kemelencengan arah kiblat untuk wilayah Indonesia yang melebihi nilai $22^{\circ}30'$ akan cenderung mengarah ke arah barat lurus.
- d. Tidak akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat terjadi kemelencengan diatas $22^{\circ}30'$, hal ini dikarenakan kemelencengan diatas $22^{\circ}30'$ arah kiblat untuk wilayah Indonesia akan cenderung condong ke arah selatan dari titik barat.⁸⁸

⁸⁸ Slamet Hambali, *Laporan Hasil Penelitian Individual Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwa'aini Karya Slamet Hambali*, hlm. 49-53.

BAB III

PENENTUAN ARAH KIBLAT MENGGUNAKAN APLIKASI ANDROID BERTEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY* PADA APLIKASI MIQAT KARYA SAMER JOUDI

A. Aplikasi Android Berteknologi *Augmented Reality*

1. Android

a. Pengertian Android



Gambar 3.1 Android¹

Android merupakan salah satu platform dari perangkat Smartphone. Salah satu keutamaan dari Android yaitu lisensinya bersifat terbuka (*open source*) dan gratis (*free*) sehingga bebas untuk dikembangkan karena tidak ada biaya

¹ Wikipedia, *Android (Sistem Operasi)*, diakses dari [https://id.wikipedia.org/wiki/Android_\(sistem_operasi\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Android_(sistem_operasi)), pada tanggal 15 juli 2019 pukul 14.16 WIB.

royalti maupun didistribusikan dalam bentuk apapun. Android merupakan subset perangkat lunak untuk perangkat mobile yang meliputi sistem operasi, *middleware*, dan aplikasi inti yang dirilis oleh Android adalah sistem operasi bergerak yang mengadopsi sistem operasi linux, namun telah dimodifikasi.²

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat bergerak layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet.³ Antarmuka pengguna Android umumnya berupa manipulasi langsung, menggunakan gerakan sentuh yang serupa dengan tindakan nyata, misalnya menggeser, mengetuk, dan mencubit untuk memanipulasi objek di layar, serta papan ketik *virtual* untuk menulis teks. Selain perangkat layar sentuh, Google juga telah mengembangkan Android TV untuk televisi, Android Auto untuk mobil, dan *Android Wear* untuk jam tangan, masing-masingnya memiliki antarmuka pengguna yang berbeda. Varian Android juga digunakan pada komputer

² Hendra Nugraha Lengkong, *Perancangan Penunjuk Rute Pada Kendaraan Pribadi Menggunakan Aplikasi Mobile GIS Berbasis Android Yang Terintegrasi Pada Google Maps*, (Manado : E-journal Teknik Elektro dan Komputer Universitas Sam Ratulangi, 2015), hlm. 18-20.

³ Open Handset Alliance, *Android*, diakses dari http://www.openhandsetalliance.com/android_overview.html, pada 15 juli 2019 pukul 14.00 WIB.

jinjing, konsol permainan, kamera digital, dan peralatan elektronik lainnya.⁴

b. Sejarah Android

Android dimulai sejak Oktober 2003 ketika 4 orang pakar Teknologi Informasi, Andi Rubin, Rich Miner, Nick Sears dan Chris White mendirikan Andoid Inc. di California US. Visi Android untuk mewujudkan *mobile device* yang lebih peka dan mengerti pemiliknya, kemudian menarik raksasa dunia maya Google. Google kemudian mengakuisisi Android pada Agustus 2005. Dengan nama besar Google dan konsep *open source* pada OS Android, tidak membutuhkan waktu lama bagi Android untuk bersaing dan menyisihkan *Mobile OS* lainnya seperti Symbian, Windows Mobile, Blackberry dan iOS, serta menjelma menjadi penguasa *operating system* bagi Smartphone.⁵

Android awalnya dikembangkan oleh Android Inc., dengan dukungan finansial dari Google, yang kemudian membelinya pada tahun 2005. Sistem operasi ini dirilis secara resmi pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikannya *Open Handset Alliance* (OHA), konsorsium

⁴ Wikipedia, *Android (Sistem Operasi)*, diakses dari [https://id.wikipedia.org/wiki/ Android_\(sistem_ operasi\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Android_(sistem_operasi)), pada tanggal 15 juli 2019 pukul 14.16 WIB.

⁵ Hendra Nugraha Lengkong, *Perancangan Penunjuk Rute Pada Kendaraan Pribadi Menggunakan Aplikasi Mobile GIS Berbasis Android Yang Terintegrasi Pada Google Maps*, hlm. 20.

dari perusahaan-perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi yang bertujuan untuk memajukan standar terbuka perangkat seluler.⁶

Sejak tahun 2008, Android secara bertahap telah melakukan sejumlah pembaruan untuk meningkatkan kinerja sistem operasi, menambahkan fitur baru, dan memperbaiki bug yang terdapat pada versi sebelumnya. Setiap versi utama yang dirilis dinamakan secara alfabetis berdasarkan nama-nama makanan pencuci mulut atau camilan bergula; misalnya, versi 1.5 bernama *Cupcake*, yang kemudian diikuti oleh versi 1.6 *Donut* hingga Versi 9.0 *Pie*.⁷

c. Versi Android

Berikut adalah daftar versi android dari awal sampai yang terakhir:

- 1) Android versi 1.1
- 2) Android versi 1.5 (*Cupcake*)
- 3) Android versi 1.6 (*Donut*)
- 4) Android versi 2.0 - 2.1 (*Eclair*)
- 5) Android versi 2.2 - 2.2.3 (*Froyo*)
- 6) Android versi 2.3 - 2.3.7 (*Gingerbread*)

⁶ Open Handset Alliance, *Android*, diakses dari http://www.openhandsetalliance.com/android_overview.html, pada 15 juli 2019 pukul 14.00 WIB.

⁷ Wikipedia, *Android (Sistem Operasi)*, diakses dari [https://id.wikipedia.org/wiki/Android_\(sistem_operasi\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Android_(sistem_operasi)), pada tanggal 15 juli 2019 pukul 14.16 WIB.

- 7) Android versi 3.0 - 3.2.6 (*Honeycomb*)
- 8) Android versi 4.0 - 4.0.4 (*Ice Cream Sandwich*)
- 9) Android versi 4.1 - 4.3.1 (*Jelly Bean*)
- 10) Android versi 4.4 – 4.4.4 (*KitKat*)
- 11) Android versi 5.0 – 5.1.1 (*Lollipop*)
- 12) Android versi 6.0 – 6.0.1 (*Marshmallow*)
- 13) Android versi 7.0 – 7.1.2 (*Nougat*)
- 14) Android versi 8.0 – 8.1 (*Oreo*)
- 15) Android 9.0 (*Pie*)⁸

2. *Augmented Reality*

a. Pengertian *Augmented Reality*



Gambar 3.2 Augmented Reality (Realitas Tertambah)⁹

⁸ Wikipedia, *Android Version History*, diakses dari https://en.wikipedia.org/wiki/Android_version_history, pada tanggal 15 Juli Pukul 16.14 WIB.

Realitas tertambah, atau kadang dikenal dalam bahasa Inggrisnya sebagai *augmented reality*, adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata.¹⁰ Menurut Soha Maad, *augmented reality* adalah sebuah teknologi untuk memunculkan dan mengintegrasikan benda virtual ke dalam dunia nyata.¹¹ Ronald T. Azuma mendefinisikan *augmented reality (AR)* sebagai penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata, berjalan secara interaktif dalam waktu nyata, dan terdapat integrasi antar benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata.¹²

AR merupakan variasi dari *Virtual Environments* (VE), atau yang lebih dikenal dengan istilah *Virtual Reality* (VR). Teknologi VR membuat pengguna tergabung dalam sebuah lingkungan virtual secara keseluruhan. Ketika tergabung dalam lingkungan tersebut, pengguna tidak bisa

⁹ Wikipedia, *Realitas Tertambah*, diakses dari https://id.wikipedia.org/wiki/Realitas_ternambah, pada tanggal 15 Juli 16.24 WIB.

¹⁰ Julie A. Jacko, *Handbook of Research on Ubiquitous Computing Technology for Real Time Enterprises*. (CRC Press, 2003). hlm. 459.

¹¹ Soha Maad, *Augmented Reality*, (India : Intech, 2010) hlm. 5.

¹² Ronald T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality". Presence: Teleoperators and Virtual Environments. Vol. 6 No. 4 Agustus 1997, hlm. 355–385.

melihat lingkungan nyata di sekitarnya. Sebaliknya, AR memungkinkan pengguna untuk melihat lingkungan nyata, dengan objek virtual yang ditambahkan atau tergabung dengan lingkungan nyata. Tidak seperti VR yang sepenuhnya menggantikan lingkungan nyata, AR sekedar menambahkan atau melengkapi lingkungan nyata.¹³

Penggabungan benda nyata dan maya dimungkinkan dengan teknologi tampilan yang sesuai, interaktivitas dimungkinkan melalui perangkat-perangkat input tertentu¹⁴, dan integrasi yang baik memerlukan penjejukan yang efektif. Selain menambahkan benda maya dalam lingkungan nyata, AR juga berpotensi menghilangkan benda-benda yang sudah ada. Menambah sebuah lapisan gambar maya dimungkinkan untuk menghilangkan atau menyembunyikan lingkungan nyata dari pandangan pengguna. Misalnya, untuk menyembunyikan sebuah meja dalam lingkungan nyata, perlu digambarkan lapisan representasi tembok dan lantai

¹³ Ari Budiyo, *Teknologi Augmented Reality Dan Face Tracking Sebagai Media Simulasi Kacamata Virtual (Studi Kasus : Optik Pelita Yogyakarta)*, (Yogyakarta : Naskah Publikasi Jurusan Teknik Informatika Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer Amikom Yogyakarta, 2011), hlm. 2.

¹⁴ Michael Haller, *Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design*, (London: Idea Group Publishing, 2007), hlm. 24.

kosong yang diletakkan di atas gambar meja nyata, sehingga menutupi meja nyata dari pandangan pengguna.¹⁵



Gambar 3.3 Konsep Kontinum Virtualitas¹⁶

Milgram dan Kishino merumuskan kerangka kemungkinan penggabungan dan peleburan dunia nyata dan dunia maya ke dalam sebuah *kontinum virtualitas*.¹⁷ Sisi yang paling kiri adalah lingkungan nyata yang hanya berisi benda nyata, dan sisi paling kanan adalah lingkungan maya yang berisi benda maya. Dalam realitas tertambah, yang lebih dekat ke sisi kiri, lingkungan bersifat nyata dan benda bersifat maya, sementara dalam *augmented virtuality* atau virtualitas tertambah, yang lebih dekat ke sisi kanan, lingkungan bersifat maya dan benda bersifat nyata. Realitas tertambah dan virtualitas tertambah digabungkan menjadi *mixed reality* atau realitas campuran. AR dapat diaplikasikan

¹⁵ Wikipedia, *Realitas Tertambah*, diakses dari https://id.wikipedia.org/wiki/Realitas_ternambah, pada tanggal 15 Juli 16.24 WIB.

¹⁶ Wikipedia, *Realitas Tertambah*, diakses dari https://id.wikipedia.org/wiki/Realitas_ternambah, pada tanggal 15 Juli 16.24 WIB.

¹⁷ Julie A. Jacko, *Handbook of Research on Ubiquitous Computing Technology for Real Time Enterprises*, hlm. 258–259.

untuk semua indra, termasuk pendengaran, sentuhan, dan penciuman. Selain digunakan dalam bidang-bidang seperti kesehatan, militer, industri manufaktur, realitas tertambah juga telah diaplikasikan dalam perangkat-perangkat yang digunakan oleh orang banyak, seperti pada telepon genggam.¹⁸

Teknologi AR merupakan teknologi yang belum banyak dikenal. Tujuan utama AR adalah menghadirkan sensasi objek virtual yang hadir dalam dunia nyata. Untuk mencapainya yaitu dengan menggabungkan perangkat VR ke dunia nyata.. Sedangkan VR sudah tidak mungkin untuk melakukannya. Oleh karena itu, AR adalah teknologi yang paling efektif jika ditambahkan unsur-unsur *virtual* di dalamnya.¹⁹

b. Cara Kerja Teknologi *Augmented Reality*

Marker (penanda) adalah salah satu komponen penting dalam pengelolaan aplikasi Augmented Reality (AR). Marker berfungsi untuk menerjemahkan obyek yang akan ditampilkan pada tampilan. Marker akan dikenali oleh kamera *webcam* atau pun kamera *smartphone* sebagai

¹⁸ Wikipedia, *Realitas Tertambah*, diakses dari https://id.wikipedia.org/wiki/Realitas_ternambah, pada tanggal 15 Juli 16.24 WIB.

¹⁹ Ari Budiyanto, *Teknologi Augmented Reality Dan Face Tracking Sebagai Media Simulasi Kacamata Virtual (Studi Kasus : Optik Pelita Yogyakarta)*, hlm. 3.

bentuk simbol objek nyata yang akan menjadi perantara antara perangkat dengan model 3D dari setiap objek *Augmented Reality* (AR).²⁰

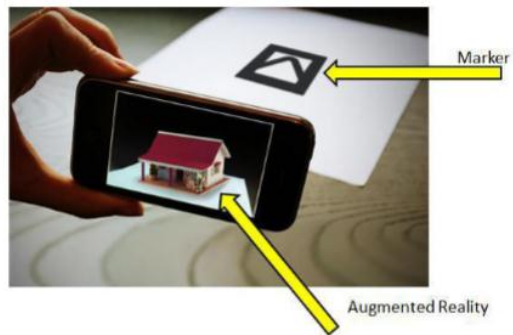
Ada tiga metode dalam penggunaan Marker, yaitu:

1) *Marker Based Augmented Reality*

Marker ini biasanya merupakan suatu ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang yang berwarna putih, pada penelitian ini menggunakan marker yang berisi pola dari gambar binatang . Pada komputer anda dapat mengenali posisi dan orientasi objek marker tersebut dan menciptakan sebuah dunia *virtual* 3D yaitu titik (0,0,0) dan sumbu yang terdiri dari X,Y dan Z. *Marker Based Tracking* ini sudah lama dikembangkan mulai sejak tahun 1980an dan mulai dikembangkan dalam penggunaan *Augmented Reality*.²¹

²⁰ Kurniawan Teguh Martono dan Rinta Kridalukmana, *Mobile Augmented Reality Jurusan Sistem Komputer Universitas Diponegoro Berbasis Android (MARSISKOM)*, (Semarang : Jurnal Sistem Komputer Universitas Diponegoro Vol.4 No. 1, Mei 2014), hlm. 17-18.

²¹ Marco Karim Solin, *Implementasi Augmented Reality Pada Perancangan Sistem Katalog Digiprocreative Berbasis Android*, (Sumatera Utara: Skripsi Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara, 2014), hlm. 21-22.



Gambar 3.4 *Marker Based Augmented Reality*²²

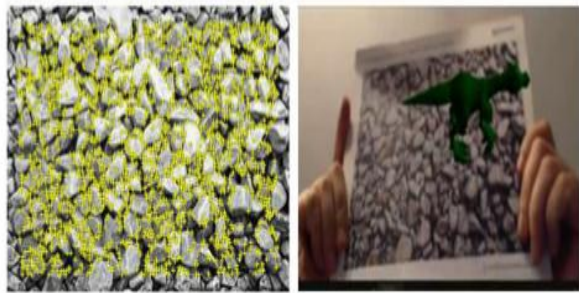
2) *Markerless Augmented Reality*

Markerless Tracking pada *Augmented Reality* merupakan salah satu metode *Augmented Reality* tanpa menggunakan *frame marker* sebagai objek yang dideteksi. Dengan adanya marker jenis ini, maka penggunaan marker sebagai *tracking object* (objek yang dilacak) yang selama ini menghabiskan ruang, akan digantikan dengan gambar, atau permukaan apapun yang berisi dengan tulisan, logo agar dapat langsung melibatkan objek yang dilacak tersebut sehingga

²² Suhaili Hamdi, *Implementasi Augmented Reality Dalam Pembuatan Media Informasi Wisata Sejarah Kota Medan Pada Platform Android*, (Sumatera Utara: Skripsi Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara, 2016), hlm. 8.

dapat terlihat hidup dan interaktif, juga tidak lagi mengurangi efisiensi ruang dengan adanya *marker*.

Dalam perkembangannya. terdapat tiga teknologi dalam *Markerless Based Tracking* seperti *Face Tracking*, *3D Object Tracking*, dan *Motion Tracking*.²³



Gambar 3.5 *Markerless Augmented Reality*²⁴

3) *GPS Based Tracking*

GPS Based Tracking merupakan teknologi augmented reality yang bekerja dengan memanfaatkan fitur GPS dan Kompas yang ada dalam smartphone. Aplikasi akan mengambil data dari GPS dan Kompas kemudian menampilkan bentuk arah yang diinginkan secara *real time*,

²³ Yoze Rizki, *Markerless Augmented Reality Pada Perangkat Android*, (Surabaya : Proceeding Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Surabaya, 2012), hlm. 2.

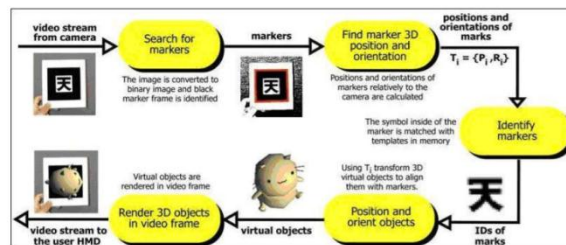
²⁴ Suhaili Hamdi, *Implementasi Augmented Reality Dalam Pembuatan Media Informasi Wisata Sejarah Kota Medan Pada Platform Android*, hlm. 9.

bahkan ada beberapa aplikasi yang menampilkannya dalam 3D.²⁵



Gambar 3.6 GPS Based Tracking²⁶

Adapun prinsip kerja *Augmented Reality* (AR) dalam mengolah data dan menampilkan gambar 3D adalah sebagai berikut:



Gambar 3.7 Prinsip kerja Augmented Reality²⁷

²⁵ Monster AR, Mengenal Jenis-Jenis Dari Teknologi Augmented Reality, diakses dari <https://www.monsterar.net/2017/08/08/mengenal-jenis-augmented-reality/>, pada tanggal 16 Juli 2019 Pukul 10.00 WIB.

²⁶ Locatify, *Location Based Augmented Reality Apps (AR&RTLS)*, diakses dari <https://www.locatify.com/blog/location-based-augmented-reality-apps-2017-rlts-ar/>, pada tanggal 16 Juli 2019 Pukul 13.10 WIB.

²⁷ Muchlisin Riadi, *Augmented Reality (AR)*, diakses dari <https://www.kajianpustaka.com/2017/08/augmented-reality-ar.html> diakses pada hari Kamis 18 Juli 2019 Pukul 14.10 WIB.

- 1) Kamera menangkap data dari marker dalam dunia nyata dan mengirimkan informasinya ke komputer.
- 2) Software pada komputer akan melacak bentuk kotak dari marker dan mendeteksi berapa video framenya.
- 3) Bila kotak telah ditemukan, maka software menggunakan perhitungan matematis untuk menghitung posisi dari kamera relative terhadap kotak hitam pada marker.
- 4) Setelah dikalkulasi maka model grafis akan dimunculkan pada posisi yang sama dan berada di dalam lingkup kotak hitam, lalu ditampilkan ke layar untuk melihat grafis dalam dunia nyata.²⁸

Aplikasi Miqat merupakan aplikasi yang berguna mengetahui waktu shalat, arah kiblat, dan visibilitas hilal dengan dibekali teknologi *augmented reality*. Aplikasi Miqat ini menggunakan metode *Markerless Augmented Reality* berbasis *GPS Based Tracking* yang memadukan teknologi *augmented reality* dengan GPS secara real time.

²⁸ Muchlisin Riadi, *Augmented Reality (AR)*, diakses dari <https://www.kajianpustaka.com/2017/08/augmented-reality-ar.html> diakses pada hari Kamis 18 Juli 2019 Pukul 14.10 WIB.

B. Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi *Augmented Reality* pada Aplikasi Miqat

1. Biografi Samer Joudi

Samer Joudi merupakan seorang Spesialis Teknologi Geospasial atau Sistem Informasi Geografis yang lahir di Suriah pada tahun 1970. Samer Joudi merupakan lulusan Sarjana Arsitektur pada tahun 1994 di Universitas Aleppo, Suriah. Kemudian Samer Joudi melanjutkan kuliah pada tahun 2013 sampai 2015 di Universitas Strathclyde, Inggris dan mendapatkan gelar *Master of Business Administration* (MBA) dengan Distingsi. Pada tahun 2018, Samer Joudi belajar mengenai Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligent*) : Implikasi Untuk Strategi Bisnis di Pendidikan Eksekutif Institut Teknologi Massachussetts, Amerika Serikat.²⁹

Berikut adalah riwayat pekerjaan dari Samer Joudi :

- 1) Insinyur di Organisasi Umum Pengembangan Tanah di Aleppo, Suriah pada tahun 1955.
- 2) Bekerja paruh waktu sebagai Insinyur CAD (*Computer Aided Design*) / GIS (*Geographic Information System*) di Kantor Layanan Informatika (Perusahaan Kanada-Suriah), Aleppo, Suriah pada tahun 1997 hingga 1999.

²⁹ Wawancara dengan Samer Joudi via layanan pesan elektronik www.gmail.com pada hari Sabtu, 23 Maret 2019 Pukul 16.00 WIB.

- 3) Spesialis di *Deutsche Gesellschaft untuk Technische Zusammenarbeit (GTZ)* GmbH. Aleppo, Suriah pada tahun 1998 hingga 1999.
- 4) Manajer dan Pengembang di Kontraktor Bangunan Baja Amana Zamil, Dubai, Uni Emirates Arab pada tahun 1999 hingga 2000
- 5) Analis Departemen Jalan - Kotamadya Dubai, Uni Emirats Arab pada tahun 2000 hingga 2005.
- 6) Kepala Analis Otoritas Jalan dan Transportasi, Dubai, Uni Emirates Arab pada tahun 2005 hingga 2010.
- 7) Konsultan senior GPC-GIS (*The Geograpic Planning Collaborative - Global Information Solutions*) di Pusat Informasi dan Sistem Abu Dabhi (ADSIC), Abu Dhabi, Uni Emirates Arab pada tahun 2010 hingga 2017 .
- 8) Manajer Kecerdasan Buatan di Otoritas Jalan dan Transportasi, Dubai, Uni Emirates Arab pada tahun 2017 hingga 2018 .
- 9) Kepala Spesialis Otoritas Jalan dan Transportasi, Dubai, Uni Emirates Arab pada tahun 2018 hingga saat ini.³⁰

³⁰ Wawancara dengan Samer Joudi via layanan pesan elektronik www.gmail.com pada hari Sabtu, 23 Maret 2019 Pukul 16.00 WIB.

Samer Joudi telah mendapat beberapa penghargaan di bidang teknologi Informasi, seperti :

- 1) Penghargaan dari Program Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) untuk Majalah CAD, GIS, & GPS pada tahun 2005 sebagai “*eContent* Terbaik di Uni Emirat Arab”.
- 2) Penghargaan dari Uni Emirates Arab Web untuk Majalah CAD, GIS, & GPS pada tahun 2006 sebagai “Situs Web Terbaik di Uni Emirat Arab”.
- 3) Penghargaan dari Pan Arab Web untuk Majalah CAD, GIS, & GPS pada tahun 2007 sebagai “Situs Web Terbaik di Dunia Arab”.³¹

Samer Joudi telah menerbitkan buku karyanya yang berjudul “*Mastering Coordinates: The Complete Guide for GIS Professionals*” atau jika diterjemahkan berarti Menguasai Koordinat: Panduan Lengkap untuk Profesional GIS (*Geographic Information System*). Selain itu, Samer juga telah menerjemahkan beberapa buku, seperti : *Dubai Discovered* (Dubai Ditemukan) , *Dubai Street Atlas Explorer* (Penjelajah Peta Jalan Dubai), *Dubai: Tomorrows City Today* (Dubai : Kota Esok Hari Ini), dan *Sharjah's Architectural Splendor* (Kemegahan Arsitektur Sharjah).

³¹ Wawancara dengan Samer Joudi via layanan pesan elektronik www.gmail.com pada hari Sabtu, 23 Maret 2019 Pukul 16.00 WIB.

Prestasi lain Samer Joudi yaitu sebuah aplikasi Android bernama “*Miqat : Prayer Times, Qiblah, and Hilal Visibility*” yang dapat membantu seseorang untuk mengetahui waktu shalat, arah kiblat, dan visibilitas hilal dengan dibekali berbagai fitur menarik dan berteknologi terbaru.³²

2. Aplikasi Miqat



Gambar 3.8 Aplikasi Miqat : *Prayer Times, Qiblah, and Hilal Visibility*³³

Aplikasi Miqat di rilis pada 30 Januari 2019 dengan nama “*Visual Qiblah*” oleh Samer Joudi. Pada awalnya aplikasi ini berfokus pada penentuan arah kiblat berteknologi *augmented reality* atau AR. Namun, untuk dapat

³² Wawancara dengan Samer Joudi via media pesan elektronik www.gmail.com pada hari Sabtu, 23 Maret 2019 Pukul 16.00 WIB.

³³ Samer Joudi, *Miqat: Waktu Shalat, Kiblat, dan Visibilitas Hilal*, diakses dari <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.geospatialtechnology.visualqiblah&hl=id>, pada tanggal 19 Juli 2019 Pukul 10.00 WIB.

menggunakan fitur yang berteknologi AR ini, pengguna harus membeli fitur tersebut dengan harga Rp. 13.000,00 (tiga belas ribu rupiah) melalui layanan konten digital milik Google yaitu *Google Play Store*.

Latar belakang diciptakannya aplikasi Miqat adalah karena berkaitan dengan profesi Samer Joudi. Samer bekerja sebagai Spesialis Teknologi Geospasial atau Sistem Informasi Geografis selama bertahun-tahun dan menemukan bahwa ada banyak masalah dalam memahami sistem koordinat. Contohnya seperti masalah ketidakcocokan antara data pada gambar, peta, atau citra satelit.³⁴

Kesalahpahaman disini disebabkan oleh peta itu sendiri. Peta yang sangat populer menggunakan proyeksi silindris yang mendistorsi peta dan membuat orang berpikir bahwa arah antara dua lokasi hanyalah garis lurus di antara mereka. Tapi hal ini sepenuhnya salah, proyeksi silinder mendistorsi bagian utara dan selatan dunia sehingga bumi dicetak pada persegi panjang, tetapi tepi atas dan bawah persegi panjang hanya kutub utara dan selatan (titik) yang sebenarnya menjadi garis sepanjang garis khatulistiwa.

Untuk memahami arah ke lokasi manapun, kita memerlukan proyeksi azimut yang menempatkan target di

³⁴ Wawancara dengan Samer Joudi via media pesan elektronik www.gmail.com pada hari Sabtu, 18 Maret 2019 Pukul 10.00 WIB.

tengah-tengah proyeksi kemudian untuk mengetahui arah ke target kita cukup menggambar garis lurus antara lokasi kita dan target. Untuk menghitung arah antara dua lokasi, dapat menggunakan rumus Vincenty yang sangat akurat karena menggunakan konsep bumi yang ellipsoid. Rumus Vincenty akan menunjukkan berapa derajat seseorang harus memutar tubuh ke kanan atau kiri dari utara sebenarnya untuk menghadapi lokasi lain.³⁵

Pada bulan April 2019, aplikasi *Visual Qiblah* berganti nama menjadi “*Miqat : Prayer Times, Qiblah, and Hilal Visibility*” dan telah menambah fitur untuk mengetahui waktu shalat, penentuan arah kiblat, dan visibilitas hilal. Aplikasi *Miqat* memiliki perhitungan dengan akurasi yang tinggi, kemudahan penggunaan, dan menawarkan fitur-fitur inovatif yang masih belum tersedia di aplikasi lain.³⁶

Untuk dapat menggunakan aplikasi *Miqat* dengan maksimal diperlukan beberapa persyaratan, antara lain:

- a. Memberikan izin pada aplikasi *Miqat* untuk mengakses Lokasi (*Global Positioning System* atau GPS) dan Kamera pada *Smartphone* android.

³⁵ Wawancara dengan Samer Joudi via media pesan elektronik www.gmail.com pada hari Sabtu, 18 Maret 2019 Pukul 10.00 WIB.

³⁶ Samer Joudi, *Miqat: Waktu Shalat, Kiblat, dan Visibilitas Hilal*, diakses dari <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.geospatialtechnology.visualqiblah&hl=id>, pada tanggal 19 Juli 2019 Pukul 10.00 WIB.

Perizinan akses lokasi diperlukan agar aplikasi Miqat dapat melakukan olah data arah kiblat, waktu shalat, dan visibilitas hilal yang berkaitan dengan koordinat lintang, bujur, dan ketinggian tempat pengguna. Untuk mendapatkan data yang akurat, pengguna dapat mengatur GPS menjadi akurasi tinggi pada pengaturan telepon. Selain itu, untuk mendapatkan akurasi GPS yang tinggi, diperlukan koneksi internet yang baik dan stabil. Sementara perzinan akses kamera diperlukan agar aplikasi Miqat dapat menampilkan fitur *3D Qibla* yang memiliki teknologi *augmented reality* dengan baik.

- b. Smartphone hendaknya memiliki sensor *Magnetic*, *Gyroscope*, *3D Orientation*, dan *Magnetometer*.

Dengan tersedianya sensor *magnetic*, aplikasi Miqat dapat menunjukkan garis kiblat yang menghubungkan antara koordinat pengguna dengan koordinat Kakbah sesuai dengan arah mata angin pada fitur *Qibla Map*. Selain itu, sensor *magnetic* juga digunakan untuk menunjukkan garis kiblat pada Gambar 3D Kakbah pada fitur *3D Qibla*. Jika *smartphone* sama sekali tidak disertai kompas (seperti Samsung J7), maka cukup memutar perangkat sendiri dan menyelaraskan peta dengan bangunan dan jalan-

jalan untuk menemukan Kiblat yang tepat.³⁷ Untuk mendapatkan akurasi yang tinggi, pengguna disarankan untuk melakukan kalibrasi kompas smartphone terlebih dahulu.

Sensor *Gyroscope* berguna untuk mendeteksi pergerakan smartphone. Dalam aplikasi Miqat, sensor *Gyroscope* berguna untuk memberikan mendeteksi arah atas, bawah, kiri, kanan, maju, mundur, gerakan rotasi, dan lain sebagainya. Sensor *3D Orientation* berguna untuk mengetahui orientasi ponsel dan mendeteksi posisi dari smartphone apakah dalam mode landscape atau portrait. Sementara sensor *Magnetometer* berguna untuk mengetahui benda manakah yang memancarkan medan magnet kuat, lemah, atau tidak.³⁸

- c. Smartphone mendukung aplikasi Open GL ES minimal versi 2.0 hingga yang terbaru.³⁹

Open GL adalah singkatan dari *Open Graphics Library*, adalah platform-independen *Application*

³⁷ Wawancara dengan Samer Joudi via media pesan elektronik www.gmail.com pada hari Sabtu, 18 Maret 2019 Pukul 10.00 WIB.

³⁸ Inpomu, *Berbagai Macam Sensor Dan Fungsinya*, diakses dari <https://inpomu.blogspot.com/2016/01/berbagai-macam-sensor-dan-fungsinya.html>, pada tanggal 20 Juli 2019 Pukul 15.00 WIB.

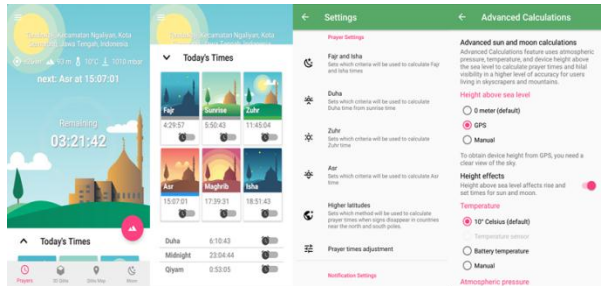
³⁹ Untuk memeriksa persyaratan ini, pengguna bisa memilih kotak dialog “*Device Check*” pada aplikasi Miqat.

Programming Interface (API) yang memungkinkan seseorang membuat grafis 3D yang dipercepat dengan hardware. OpenGL ES, singkatan dari OpenGL untuk *Embedded Systems*, adalah bagian dari API. OpenGL ES adalah API tingkat rendah. Dengan kata lain, ia tidak menawarkan metode apa pun yang memungkinkan anda membuat atau memanipulasi objek 3D dengan cepat. Sebagai gantinya, saat bekerja dengannya, anda diharapkan mengelola pekerjaan secara manual seperti membuat simpul individu dan wajah benda 3D, menghitung berbagai transformasi 3D, dan menciptakan berbagai jenis shader.⁴⁰

Adapun fitur-fitur dalam aplikasi Miqat dikelompokkan menjadi 3 fitur utama, antara lain sebagai berikut :

⁴⁰ Code Tutsplus, *Tutorial How To Use OpenGL ES In Android Apps*, diakses dari <https://code.tutsplus.com/id/tutorials/how-to-use-opengl-es-in-android-apps--cms-28464>, pada tanggal 20 Juli 2019 Pukul 15.20 WIB

a. Waktu Sholat



Gambar 3.9 Fitur Waktu Shalat Pada Aplikasi Miqat

Pada fitur waktu shalat ini, aplikasi Miqat menggunakan formula akurasi tinggi untuk menghitung waktu shalat dalam akurasi milidetik. Fitur-fitur dalam waktu shalat ini, antara lain :

1) *Prayers*

Fitur ini menampilkan informasi lokasi pengguna yang diidentifikasi dari data GPS Smartphone. Selain itu, terdapat pula informasi mengenai akurasi GPS, ketinggian perangkat di atas permukaan laut, suhu, tekanan atmosfer, dan penghitung mundur waktu shalat yang akan datang.

2) *Today's Time*

Fitur ini menampilkan jadwal waktu shalat mulai dari Subuh, Terbit, Dzuhur, Ashar,

Maghrib, Isya, Duha, Tengah Malam, dan *Qiyamul Lail*. Dalam fitur ini juga, pengguna dapat mengatur alarm adzan untuk waktu-waktu yang telah disebutkan diatas.

3) *Advanced Calculations*

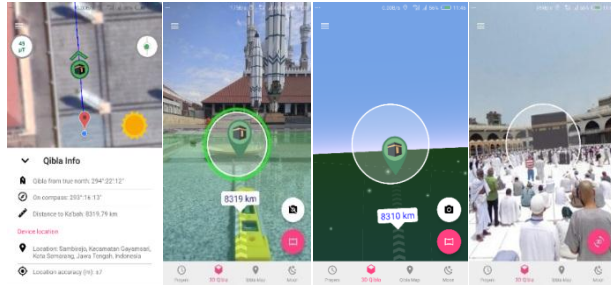
Fitur ini menawarkan beberapa metode untuk menghitung waktu shalat yang tandandanya hilang di negara-negara dekat kutub utara dan selatan. Penawaran metode perhitungan waktu shalat tersebut seperti : ketinggian perangkat diatas permukaan laut (0 meter (standar), sesuai GPS, dan manual), suhu (10° Celcius (standar), suhu baterai, dan manual), serta tekanan atmosfer (1010 milibar (standar), Barometer, dan manual).

4) *Prayers Settings*

Fitur ini menawarkan bermacam pengaturan mengenai kriteria perhitungan waktu shalat seperti kriteria menurut Kementrian Agama Republik Indonesia, Kementrian Urusan Kebudayaan dan Agama Qatar, Kementrian Urusan Agama Aljazair, Departemen Pengembangan Islam, dan lain sebagainya. Selain itu, fitur ini juga

menawarkan mengenai posisi matahari di waktu-waktu shalat, notifikasi waktu shalat saat sebelum adzan, adzan, dan iqomah.

b. Arah Kiblat



Gambar 3.10 Fitur Arah Kiblat pada Aplikasi Miqat

Arah kiblat pada aplikasi Miqat menggunakan rumus Vincenty yang memiliki akurasi tinggi untuk menentukan arah kiblat berdasarkan bentuk Bumi ellipsoid. Marker *augmented reality* pada aplikasi Miqat diletakkan pada koordinat Kaabah yang digunakan pada aplikasi Miqat adalah $21^{\circ}25'21.15''$ Lintang Selatan (LU) dan $39^{\circ}49'34,10''$ Bujur Timur (BT).⁴¹ Fitur arah kiblat pada aplikasi Miqat ada 2, yaitu Peta Kiblat dan Kiblat 3D (3 Dimensi). Berikut penjelasannya:

⁴¹ Wawancara dengan Samer Joudi via media pesan elektronik www.gmail.com pada hari Sabtu, 18 Maret 2019 Pukul 10.00 WIB.

1) *Qibla Map*

Fitur ini menampilkan Kiblat pada peta interaktif sehingga pengguna secara visual memverifikasi arah kiblat relatif terhadap bangunan dan jalan terdekat. Fitur ini memiliki beberapa fitur pendukung yaitu :

- a) Detektor Magnetik, fitur ini berfungsi untuk mendeteksi adanya medan magnetik *abnormal* di sekitar *smartphone* yang dapat mengganggu akurasi garis arah kiblat pada .
- b) Waterpass, fitur ini berfungsi untuk mengukur kedataran *smartphone*.
- c) Pencarian Lokasi, fitur ini berfungsi untuk menentukan lokasi penentuan arah kiblat yang diinginkan pengguna secara manual.
- d) Penampil Peta, fitur ini berfungsi untuk menentukan tampilan peta, seperti peta digital atau peta *hybrid*.
- e) Informasi Kiblat, fitur ini memberikan informasi berupa *azimuth* kiblat dari utara sejati, *azimuth* kiblat pada kompas setelah dikurangi deklinasi magnetik,

jarak menuju Kakbah, lokasi pengguna, dan akurasi lokasi.

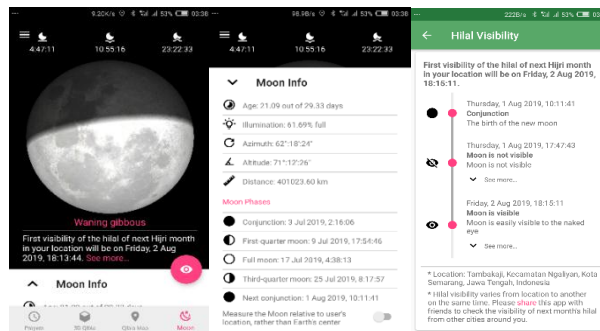
2) *3D Qibla*

Fitur ini memberikan tampilan Kiblat 3 dimensi di lingkungan dunia nyata menggunakan teknologi *augmented reality*. Fitur ini memiliki beberapa fitur pendukung yaitu :

- a) Mode Kamera Aktif, fitur ini akan menampilkan gambar nyata dari kamera *smartphone* yang telah ditambahkan gambar 3 dimensi dari teknologi *augmented reality*. Gambar 3 Dimensi yang ditampilkan dalam fitur ini yaitu : Kakbah, garis penunjuk arah kiblat, serta Bulan.
- b) Mode Kamera Non Aktif, fitur ini akan menampilkan gambar Matahari, Planet, Bulan, dan Bintang secara maya. Fitur ini merupakan fitur yang memanfaatkan teknologi VR yang dapat membuat pengguna untuk memverifikasi arah kiblat menggunakan Matahari, Bulan, dan Bintang.

c) Mode Panorama, fitur ini akan menunjukkan arah kiblat dengan cara membuat pengguna merasakan panorama berdiri di depan Kakbah secara langsung.

c. Fitur Visibilitas Hilal



Gambar 3.11 Fitur Visibilas Hilal di Aplikasi Miqat

Aplikasi Miqat menghitung visibilitas pertama hilal (bulan sabit) dari lokasi pengguna untuk menentukan awal dan akhir bulan Hijriah yang tepat seperti Ramadhan, dan acara khusus, seperti Idul Fitri. Fitur ini memiliki beberapa fitur pendukung yaitu :

1) *Moon*

Fitur ini menampilkan gambar fase bulan diwaktu sekarang serta informasi waktu terbit, tenggelamnya bulan. Selain itu, terdapat

informasi mengenai waktu munculnya hilal pada bulan hijriyah yang akan datang.

2) *Moon Info*

Fitur ini menampilkan informasi mengenai umur bulan, iluminasi, *azimuth*, ketinggian, jarak lokasi pengguna ke bulan secara *real time*. Selain itu, terdapat informasi mengenai fase-fase bulan beserta keterangan waktunya selama satu periode.

Berkaitan dengan skripsi ini, peneliti memfokuskan penelitian pada penentuan arah kiblat menggunakan fitur *3D Qibla*. Fitur tersebut merupakan fitur aplikasi Miqat yang menggunakan teknologi *augmented reality* untuk menunjukkan arah kiblat secara *real time*. Untuk menentukan arah kiblat menggunakan fitur *3D Qibla*, pengguna harus melakukan beberapa cara sebagai berikut :

- a. Mengaktifkan akses internet dan GPS pada *smartphone*.
- b. Membuka aplikasi Miqat kemudian izinkan aplikasi Miqat untuk mengakses GPS dan Kamera *smartphone*.
- c. Apabila muncul notifikasi untuk mengkalibrasi Kompas, lakukanlah dengan cara meletakkan

smartphone di hadapan anda dan gerakkan berputar beberapa kali dengan pola angka 8.

- d. Posisikan *smartphone* dengan posisi tertidur dan periksa kedatarannya dengan cara memperhatikan fitur *waterpass*. Apabila posisinya belum datar, fitur *waterpass* akan memberikan notifikasi tanda seru berwarna merah. Kemudian, periksa nilai medan magnet sekitar dengan memperhatikan fitur *detector magnetic*. Apabila nilai medan magnet disekitar *smartphone* tinggi maka fitur *detector magnetic* akan memberikan notifikasi tanda seru berwarna merah.
- e. Buka fitur *Qibla Map* dan perhatikan lokasi yang ditunjukkan pada peta. Usahakan lokasi yang ditunjuk pada peta sesuai dengan lokasi yang akan ditentukan arah kiblatnya. Apabila ingin mengetahui data arah kiblat, detail lokasi, serta akurasi lokasi yang ditunjukkan aplikasi, pilihlah kotak dialog *Qibla Info*.
- f. Setelah pemeriksaan lokasi, kedataran dan medan magnet selesai, posisikan bagian atas *smartphone* sesuai garis arah kiblat pada fitur *Qibla Map* hingga ada notifikasi getar yang menunjukkan bahwa *smartphone* telah mengarah ke kiblat.
- g. Buka fitur 3D Qibla, berdirikan serta arahkan *smartphone* kearah garis arah kiblat hingga gambar

3D Kakbah berada di lingkaran yang berada ditengah fitur 3D Qibla. Apabila *smartphone* telah mengarah ke kiblat maka akan muncul notifikasi di layar bertuliskan “*You are facing the Qibla*” atau dalam bahasa Indonesianya adalah “Anda sedang menghadap Kiblat”.

3. Perhitungan Arah Kiblat pada Aplikasi Miqat

Dalam mentukan arah kiblat, aplikasi miqat menggunakan rumus Vincenty yang merupakan perhitungan arah yang tepat untuk pengistilahan bumi yang *ellipsoid*. Dalam ilmu geodesi, penentuan titiknya dinyatakan dengan koordinat yang mengacu pada sistem koordinat *World Geodetic System 1984 (WGS 84)*. Dalam sistem koordinat WGS 84 yang merupakan sistem koordinat kartesian tangan kanan, ellipsoid referensi yang dipakai adalah ellipsoid geosentrik WGS 84 yang didefinisikan oleh empat parameter utama yaitu; sumbu panjang $(a) = 6.378.137,0$ m, pengepengan $(1/f) = 298.257223563$, kecepatan sudut Bumi $(\omega) = 7.292.115,0 \times 10^{-11}$ rad s^{-1} dan konstanta gravitasi Bumi (termasuk massa atmosfer) $(GM) = 3.986.004,418 \times 10^8$ m³ s⁻².⁴²

⁴² Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi Satelit*, (Jakarta: Pradnya Paramita, 2001), hlm. 47.

Dalam rumus Vincenty ada dua pokok soal geodesi, yaitu : Pertama, menentukan koordinat sebuah titik dari titik lain yang telah diketahui koordinatnya berdasarkan jarak dan *azimuth* dari titik lain itu ke titik tersebut (*direct geodetic problem*), Kedua, menentukan jarak dan *azimuth* dua titik yang diketahui koordinatnya (*inverse geodetic problem*).⁴³ Dari kedua pokok soal diatas, teori *inverse geodetic problem* dapat digunakan untuk menghitung *azimuth* kiblat sebuah tempat dan jaraknya dari Kakbah. Sebelum membahas rumus Vincenty, berikut ini adalah nutasi yang digunakan dalam rumus Vincenty :⁴⁴

a, b = Jari-jari panjang dan jari-jari pendek ellipsoid.

Dalam perhitungan ini menggunakan ellipsoid referensi *World Geodetic System* (WGS) 1984, sehingga nilai $a = 6.378.137,0$ m, dan $b = 6.356.752,3142$ m.

f = Pengepengan, di mana $f = (a - b) / a$

ϕ_1, ϕ_2 = Lintang geodetik, bernilai positif bila di utara khatulistiwa, dan bernilai negatif bila di selatan khatulistiwa. Nilai ϕ didapatkan dari radian lintang

⁴³ Siti Tatminul Qulub, *Analisis Metode Rasd Al-Qiblat Dalam Teori Astronomi dan Geodesi*, (Semarang : Ringkasan Tesis Program Magister Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2013), hlm. 10.

⁴⁴ Wikipedia, *Vincety's Formulae*, diakses dari https://en.wikipedia.org/wiki/Vincety%27s_formulae, pada tanggal 20 Juli 2019 Pukul 13.10 WIB.

(Nilai Lintang $\times (\pi/180)$).

L = Perbedaan garis bujur

s = Panjang geodesi

α_1, α_2 = *azimuth* geodesi, dihitung dari utara dari posisi 1 (Tempat) ke posisi 2 (Kakbah) dan sebaliknya.

α = *azimuth* geodesi di equator

U = lintang reduksi, didefinisikan dengan $\tan U = (1 - f) \tan \phi$

λ = perbedaan garis bujur pada bola tambahan (Bujur Kakbah – BujurTempat)

σ = jarak sudut posisi 1 ke posisi 2 pada bola

σ_1 = jarak sudut pada bola dari khatulistiwa ke posisi 1

σ_m = jarak sudut pada bola dari ekuator ke titik tengah garis

s = jarak di atas ellipsoid

Nutasi-nutasi tersebut akan digunakan pada perhitungan teori Vincenty untuk menentukan *azimuth* dan jarak tempat adalah sebagai berikut.⁴⁵

f = $(a - b) / a$

λ = Bujur Ka"bah – Bujur Tempat ($\lambda_B - \lambda_A$)

U1 = $\arctan((1 - f) \cdot \tan$

⁴⁵ Wikipedia, *Vincety's Formulae*, diakses dari https://en.wikipedia.org/wiki/Vincenty%27s_formulae, pada tanggal 20 Juli 2019 Pukul 13.10 WIB.

ϕA)

$$U_2 = \arctan((1-f) \cdot \tan \phi B)$$

$$\sin \sigma = ((\cos U_2 \sin \lambda)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos \lambda)^2)^{1/2}$$

$$\cos \sigma = \sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos \lambda$$

$$\sigma = \arctan(\sin \sigma / \cos \sigma)$$

$$\sin \alpha = \cos U_1 \cos U_2 \sin \lambda / \sin \sigma$$

$$\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$\cos(2\sigma_m) = \cos \sigma - \frac{2 \sin U_1 \sin U_2}{\cos^2 \alpha}$$

$$C = \frac{f}{16} \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \cos^2 \alpha)]$$

$$\lambda' = L + (1 - C) f \sin \alpha \{ \sigma + C \sin \sigma [\cos(2\sigma_m) + C \cos \sigma (-1 + 2 \cos^2(2\sigma_m))] \}$$

—> diperoleh melalui

proses iterasi

$$u = (\cos^2 \alpha \left(\frac{a^2 - b^2}{b^2} \right))^{1/2}$$

$$A = 1 + \frac{u^2}{16384} \{4096 + u^2 [-768 + u^2(320 - 175u^2)]\}$$

$$B = \frac{u^2}{1024} (256 + u^2 [-128 + u^2 (74 - 47u^2)])$$

$$\Delta \sigma = B \sin \sigma \{ \cos(2\sigma_m) + \frac{1}{4} B [\cos \sigma (-1 + 2 \cos^2(2\sigma_m)) - \frac{1}{6} B \cos(2\sigma_m) (-3 + 4 \sin^2 \sigma) (-3 + 4 \cos^2(2\sigma_m))] \}$$

$$s = bA(\sigma - \Delta \sigma)$$

$$a_1 = \arctan \left(\frac{\cos U_2 \sin \lambda}{\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos \lambda} \right)$$

$$a_2 = \arctan \left(\frac{\cos U_1 \sin \lambda}{-\cos U_1 \sin U_2 + \sin U_1 \cos U_2 \cos \lambda} \right)$$

Untuk menghitung *azimuth* kiblat dan Jarak Masjid Agung Jawa Tengah ke Kakbah pada aplikasi Miqat, penulis akan menggunakan perhitungan Vincenty seperti yang dijelaskan. Peneliti melakukan penelitian di daerah selatan payung elektrik paling timur (Shaf Putri), tepatnya di koordinat $-6^{\circ}59'2,44''$ Lintang Selatan (LS) dan $110^{\circ}26'45,1''$ Bujur Timur (BT). Sementara Koordinat Kakbahnya adalah $21^{\circ}25'21.15''$ Lintang Selatan (LU) dan $39^{\circ}49'34,10''$ Bujur Timur (BT).

Berikut adalah perhitungannya :

$$\begin{aligned} f &= (a - b) / a \\ &= (6.378.137 - 6.356.752,3142) / 6.378.137 \\ &= 0,00335281067183099 \text{ atau } 1/298.257223563 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L/\lambda &= \text{Bujur Ka"bah} - \text{Bujur Tempat} \quad (\lambda_B - \lambda_A) \\ &= 39^{\circ}49'34,10'' - 110^{\circ}26'45,1'' \\ &= -70^{\circ}37'10'' \\ &= -1,23254637873338 \end{aligned}$$

Rad

$$\begin{aligned}
 U_1 &= \arctan ((1 - f) \cdot \tan \phi_A) \\
 &\quad (\text{Nilai } \phi_A = -6^\circ 59' 2,44'' \times (\pi/180) = - \\
 &\quad 0,121892146592768) \\
 &= \arctan ((1 - 0,00335281067183099) \cdot \tan - \\
 &\quad 0,121892146592768) \\
 &= -0,121487481296531
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_2 &= \arctan ((1 - f) \cdot \tan \phi_B) \\
 &\quad (\text{Nilai } \phi_B = 21^\circ 25' 21,15'' \times \\
 &\quad (\pi/180) = 0,373893886229007) \\
 &= \arctan ((1 - 0,00335281067183099) \cdot \tan \\
 &\quad 0,373893886229007) \\
 &= 0,372753390085763
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sin \sigma &= ((\cos U_2 \sin \lambda)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \\
 &\quad \cos U_2 \cos \lambda)^2)^{1/2} \\
 &= ((\cos \quad 0,372753390085763 \quad \sin - \\
 &\quad 1,23254637873338)^2 + (\cos -0,121487481296531 \times \\
 &\quad \sin 0,372753390085763 - \sin -0,121487481296531 \times \\
 &\quad \cos 0,372753390085763 \quad \times \quad \cos - \\
 &\quad 1,23254637873338)^2)^{1/2} \\
 &= 0,96489489728839
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \cos \sigma &= \sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos \lambda \\
 &= \sin -0,121487481296531 \times \sin \\
 &\quad 0,372753390085763 + \cos -0,12148748129 \quad 6531 \times
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \cos 0,372753390085763 \times \cos -1,232\ 54637873338 \\ & = 0,262636321149281 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma & = \arctan (\sin \sigma / \cos \sigma) \\ & = \arctan (\sin 0,96489489728839 / \cos \\ & \quad 0,262636321149281) \\ & = 1,3050428991134 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin \alpha & = \cos U1 \cos U2 \sin \lambda / \sin \sigma \\ & = \cos -0,121487481296531 \times \cos \\ & \quad 0,372753390085763 \times \cos - 1,232546378733\ 38 / \\ & \quad 0,96489489728839 \\ & = -0,903809032616633 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos^2 \alpha & = 1 - \sin^2 \alpha \\ & = 1 - (-0,903809032616633)^2 \\ & = 0,183129232560587 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos(2\sigma_m) & = \cos \sigma - \frac{2 \sin U1 \sin U2}{\cos^2 \alpha} \\ & = 0,262636321149281 - \\ & \quad \frac{2 \times \sin(-0,121487481296531) \times \sin 0,372753390085763}{0,183129232560587} \\ & = 0,74464231762843 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C & = \frac{f}{16} \cos^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \cos^2 \alpha)] \\ & = \frac{0,00335281067183099}{16} \times 0,183129232560587 \times \\ & \quad [4 + 0,00335281067183099 \times (3 \times \\ & \quad 0,183129232560587)] \end{aligned}$$

$$\text{Sin}\alpha_1 = -0,904185180432516, \text{Sin}\alpha_2 = -0,904186361910802,$$

$$\text{Sin}\alpha_3 = -0,90418636563962$$

$$\text{Cos}^2\alpha_1 = 0,182449159486219, \text{Cos}^2\alpha_2 = 0,182447022934508,$$

$$\text{Cos}^2\alpha_3 = 0,18244701619142$$

$$\text{Cos}2\sigma_1 = 0,742988034384903, \text{Cos}2\sigma_2 =$$

$$0,74298279975208, \text{Cos}2\sigma_3 = 0,74298278323089$$

$$C_1 = 0,000153371952976, C_2 = 0,000153370157751, C_3 =$$

$$0,00015337015209$$

$$\lambda'_1 = -1,236513259100230, \lambda'_2 = -1,236513298494150, \lambda'_3 = -$$

$$1,23651329861848$$

$$u = (\cos^2 \alpha \left(\frac{a^2 - b^2}{b^2} \right))^{1/2}$$

$$= (0,18244701619142 \times$$

$$\left(\frac{(6378137)^2 - (6356752,3142)^2}{(6356752,3142)^2} \right))^{1/2}$$

$$= 0,0350656680226$$

$$A = 1 + \frac{u^2}{16384} \{4096 + u^2 [-768 + u^2(320 - 175u^2)]\}$$

$$= 1 + \frac{0,0350656680226^2}{16384} \{4096 +$$

$$(0,0350656680226)^2 \times [-768 +$$

$$(0,0350656680226)^2 \times (320 - 175 \times$$

$$(0,0350656680226)^2)\}$$

$$= 1,0003074711034$$

$$B = \frac{u^2}{1024} (256 + u^2 [-128 + u^2 (74 - 47u^2)])$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{0,0350656680226^2}{1024} (256 + 0,0350656680226^2 [- \\
&128 + u 0,0350656680226^2 (74 - \\
&47(0,0350656680226^2))]) \\
&= 0,0003075891241 \\
\Delta\sigma &= B \sin \sigma \{ \cos (2\sigma_m) + \frac{1}{4}B[\cos \sigma(-1 + 2 \cos^2 (2\sigma_m)) - \\
&\frac{1}{6}B \cos(2\sigma_m)(-3 + 4 \sin^2 \sigma)(-3 + 4 \cos^2 (2\sigma_m))] \}. \\
&= 0,0068330533512 \\
&= 0,0002205197342 \\
s &= bA(\sigma - \Delta\sigma) \\
&= 8.319,7859147939 \text{ KM} \\
a_1 &= \arctan (\cos U_2 \sin \lambda / \cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \\
&\cos \lambda) \\
&= -65,6300482888307 \\
a_2 &= \arctan (\cos U_1 \sin \lambda / -\cos U_1 \sin U_2 + \sin U_1 \cos U_2 \\
&\cos \lambda) \\
&= -113.1648984495900 \\
AK &= 360 - 65.6300482888307 \\
&= 294,36995171117 \text{ atau } 294^\circ 22' 11.83''
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus Vincenty tersebut, diperoleh hasil jarak kiblat sebesar 8319,79 KM dan *azimuth* kiblat Masjid Agung Jawa Tengah adalah 294°22'11.83" UTSB. Hasil perhitungan ini termasuk akurat

karena berselisih sekitar 7 menit dengan *azimuth* arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

BAB IV

UJI AKURASI PENENTUAN ARAH KIBLAT MENGGUNAKAN APLIKASI ANDROID BERTEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY* PADA APLIKASI MIQAT KARYA SAMER JOUDI

A. Analisis Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi *Augmented Reality* Pada Aplikasi Miqat

Penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *augmented reality* merupakan metode baru yang cukup mudah dan praktis. Pengguna hanya perlu mengaktifkan jaringan data dan mengizinkan akses lokasi serta kamera *smartphone*, kemudian jalankan aplikasi Miqat, pilih fitur *Qibla Map*, apabila data yang ditampilkan sudah benar lalu pilih fitur *3D Qibla* dan arahkan *smartphone* ke arah garis kiblat yang ditunjukkan oleh aplikasi.

Dalam penentuan arah kiblat pada aplikasi Miqat, data lokasi pengguna akan diproses melalui perhitungan rumus Vincenty (Geodesi) yang hasilnya akan ditampilkan pada fitur *Qibla Map* dengan pembulatan nilai ke dalam satuan derajat. Rumus Vincenty merupakan perhitungan arah yang akurat karena mengistilahkan bumi dengan bentuk *ellipsoid*. Pengistilahan bumi yang *ellipsoid* mengasumsikan bahwa jarak dari pusat bumi ke ekuator tidak sama dengan jarak dari pusat bumi ke kutub. Menurut *World Geodetic System* (WGS) 1984, jari-jari ekuator (a) bernilai 6.778.137 meter, sedangkan jari-jari polar (b) bernilai 6.356.752,3 meter. Hal ini

tentunya berpengaruh terhadap *flattening* atau kedataran bumi (f) yang diperhitungkan oleh rumus Vincenty. Hal inilah yang menjadi perbedaan mendasar antara rumus arah kiblat yang menggunakan konsep Vincenty dengan rumus arah kiblat yang menggunakan konsep Trigonometri Bola.

Rumus arah kiblat yang menggunakan konsep trigonometri bola mengasumsikan bumi sebagai bola sempurna tanpa memperhatikan kedataran bumi sehingga nilai $f = 0$. Sedangkan dalam rumus Vincenty yang memperhatikan kedataran bumi, nilai f memiliki nilai tertentu. Jika pada rumus Vincenty nilai f diberi nilai 0 maka *azimuth* kiblat yang dihasilkan akan sama dengan *azimuth* kiblat yang mengasumsikan bumi sebagai bola. Apabila nilai f semakin besar, selisih nilainya juga akan semakin besar secara linear atau proporsional.¹

Penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi Miqat haruslah memperhatikan lokasi yang akan diukur dan data yang ditampilkan oleh aplikasi. Untuk menggunakan fitur *Qibla Map* dan *3D Qibla* sebaiknya mencari area lapang dan mendapat akses internet yang stabil. Alasannya adalah agar GPS mendapatkan data lokasi pengguna secara akurat dan mendapatkan sinyal satelit yang kuat. Sinyal satelit menjadi hal utama untuk mendapatkan data tersebut, penggunaan aplikasi Miqat seperti ketika berada di dalam ruangan,

¹ Rinto Anugraha, Arah Kiblat Dengan Metode Vincenty, diakses dari <https://rintoanugraha.staff.ugm.ac.id/arah-kiblat-dengan-metode-vincenty/> pada tanggal 18 Agustus 2019 pukul 14.00 WIB.

terowongan, tempat yang banyak pepohonan atau gedung biasanya sulit mendapatkan sinyal satelit, sehingga lokasi yang ditunjukkan dalam fitur *Qibla Map* kurang akurat. Apabila lokasi yang ditunjukkan dalam fitur *Qibla Map* kurang akurat, maka arah yang ditunjukkan garis kiblat pada fitur *3D Qibla* pun hasilnya kurang akurat.

Selain itu, pengguna harus memperhatikan keadaan lokasi pengujian arah kiblat yang akan ditentukan dengan teliti. Jauhkan *smartphone* dari lokasi yang memiliki medan magnet tinggi. Lokasi yang memiliki medan magnet tinggi tentunya akan mengganggu proses pengujian arah kiblat karena arah yang ditunjukkan *smartphone* masih memanfaatkan sensor kompas magnetik yang rawan akan gangguan medan magnet disekitarnya. Pada saat pengukuran, posisikan *smartphone* secara vertikal atau tegak lurus, dan arahkan *smarphone* sesuai dengan gambar garis kiblat yang ditunjukkan dalam fitur *3D Qibla*. Hal ini dikarenakan apabila *smartphone* tidak berdiri tegak lurus dan tetap, maka gambar garis kiblat yang ditunjukkan akan melenceng dari arah kiblat yang ditunjukkan oleh teknologi *augmented reality*.

Perhitungan arah kiblat pada fitur *Qibla Map* yang menggunakan rumus Vincenty menghasilkan arah kiblat yang akurat karena memiliki selisih sekitar 7 menit dari perhitungan arah kiblat yang mengasumsikan bumi sebagai bola. Dengan

selisih itu, penentuan arah kiblat pada aplikasi Miqat dapat digunakan untuk menentukan arah kiblat yang akurat.

Dalam pengujian ini, penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi Miqat yang berteknologi *augmented reality* pada fitur *3D Qibla* menghasilkan arah kiblat yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, antara lain :

1. Perbedaan pengasumsian bumi sebagai bola sempurna (trigonometri bola) dengan ellipsoid (vincenty) menyebabkan hasil perhitungan azimuth kiblat yang berbeda.
2. Data lokasi yang ditampilkan pada aplikasi Miqat dalam fitur *Qibla Map* dapat menunjukkan tingkat akurasi yang berbeda-beda sehingga berpengaruh terhadap garis kiblat yang ditunjukkan pada fitur *3D Qibla*.
3. Pergerakan garis kiblat pada fitur *3D Qibla* sangat responsif sehingga pergerakan *smartphone* dapat mempengaruhi arah yang ditunjukkannya.
4. Teknologi *augmented reality* yang menampilkan garis kiblat masih mengacu kepada arah kiblat magnetik dari *Smartphone*, sehingga arah tersebut tidak dapat menunjukkan arah yang benar-benar akurat.

B. Uji Akruasi Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi *Augmented Reality* Pada Aplikasi Miqat

Dalam bab ini, peneliti melakukan pengujian penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *augmented reality* pada aplikasi Miqat yang akan dikomparasikan dengan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan alat Istiwa'aini Karya Slamet Hambali. Hal ini dikarenakan hasil pengukuran Istiwa'aini yang sudah terbilang akurat dibandingkan dengan metode penentuan arah kiblat yang lain. Sehingga metode Istiwa'aini dapat digunakan untuk mengukur keakurasian penentuan arah kiblat dalam aplikasi Miqat yang menggunakan rumus Vincenty dan didukung teknologi *Augmented Reality*.

Dalam pengujian ini, diperlukan instrumen pengujian berupa *smartphone* android yang dapat memenuhi persyaratan dalam penggunaan aplikasi Miqat. Persyaratan itu adalah ketersediaan sensor GPS, *Compass*, *Gyroscope*, *3D Orientation*, dan *Magnetometer*, serta didukung aplikasi Open GL ES minimal versi 2.0. Maka dari itu, peneliti menggunakan *smartphone* ZTE Nubia M2 dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4.1 Spesifikasi Smartphone ZTE Nubia M2²

Jaringan	SIM	GSM, CDMA, HSPA, 4G
Platform	OS	Android 6 (<i>Marshmallow</i>); Nubia UI 4
	Chipset	Qualcomm MSM8953 Snapdragon 625
	CPU	(14 nm) Octa-core 2.0 GHz
	GPU	Cortex-A53 Adreno 506
Kamera	Utama	13 MP, f/2.2, 1/2.9", 1.25 μ m, AF dan 2
	Fitur	MP, <i>DS Dual-LED dual-tone</i>
	Video	flash, HDR, Panorama
	Depan	2160p@30fps, 1080p@30fps 16 MP, f/2.0, 1080p@30fps
Fitur	WLAN	Wi-Fi 802.11 b/g/n/ac, <i>dual-band</i> , Wi-
	Bluetooth	Fi <i>Direct</i> , Hotspot
	GPS	4.1, A2DP, LE
	Sensor	A-GPS, GLONASS, BDS, <i>Fingerprint (front-mounted), Accelerometer, Light, Orientation, Proximity, Gyroscope, Sound, dan Magnetic Sensor</i>
	USB	Type-C 1.0 <i>reversible connector</i> , USB <i>On-TheGo</i>

² GSM Arena, *ZTE Nubia M2- Full Specification*, diakses dari https://www.gsmarena.com/zte_nubia_m2-8746.php, pada tanggal 2 Agustus 2019 pukul 13.20 WIB.

Untuk lokasi penelitian, peneliti melakukan pengujian di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) tepatnya di selatan payung elektrik paling timur (Shaf Putri) dengan koordinat $110^{\circ}26'45,1''$ Bujur Timur (BT) dan $-6^{\circ}59'2,44''$ Lintang Selatan (LS).³

Berikut adalah hasil pengujian lapangan yang peneliti lakukan:

1. Pengujian Pertama

Terlebih dahulu peneliti menentukan arah kiblat menggunakan Istiwā'aini, pengujian ini dilaksanakan pada hari Rabu, 17 Juli 2019 M pukul 13:47:21 WIB (06:47:21 GMT) dengan data sebagai berikut :

- | | | |
|----|---------------------------------|-----------------------------|
| 1) | Lintang Tempat (λ^x) | = $-6^{\circ}59'2,44''$ LS |
| 2) | Bujur Tempat (φ^x) | = $110^{\circ}26'45,1''$ BT |
| 3) | Lintang Kakbah (λ^k) | = $21^{\circ}25'21,03''$ LU |
| 4) | Bujur Kakbah (Φ^k) | = $39^{\circ}49'34,22''$ BT |
| 5) | LMT | = Pukul 13:47:21 WIB |
| 6) | Deklinasi Matahari (δ) | |
| | Pukul 13.00 WIB | = $21^{\circ}14'07''$ |
| | Pukul 14.00 WIB | = $21^{\circ}13'41''$ |
| 7) | Equation of time (e) | |
| | Pukul 13.00 WIB | = $-0^{\circ}6'8''$ |
| | Pukul 14.00 WIB | = $-0^{\circ}6'8''$ |

³ Data koordinat didapatkan dari *GPS Handled* tipe Garmin GPS 60 dengan Georeferensi WGS 84.

Langkah pertama, tentukanlah nilai deklinasi (δ) dan *equation of time* (e) yang telah diinterpolasi terlebih dahulu, dengan cara sebagai berikut:

a. Deklinasi Matahari (δ)

$$\text{Pukul 13.00 WIB} = 21^{\circ}14'07''$$

$$\text{Pukul 14.00 WIB} = 21^{\circ}13'41''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 0^{\circ}47'21''$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus

$$\begin{aligned}\delta &= \delta^1 + s (\delta^2 - \delta^1) \\ &= 21^{\circ}14'07'' + 0^{\circ}47'21'' (21^{\circ}13'41'' - 21^{\circ}14'07'') \\ &= 21^{\circ}13'46,48''\end{aligned}$$

b. *Equation of time* (e)

$$\text{Pukul 13.00 WIB} = -0^{\circ}6'8''$$

$$\text{Pukul 14.00 WIB} = -0^{\circ}6'8''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 0^{\circ}47'21''$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus

$$\begin{aligned}e &= e^1 + s (e^2 - e^1) \\ &= -0^{\circ}6'8'' + 0^{\circ}47'21'' (-0^{\circ}6'8'' - (-0^{\circ}6'8'')) \\ &= -0^{\circ}6'8''\end{aligned}$$

Setelah data nilai deklinasi (δ) dan *equation of time* (e) didapatkan, selanjutnya yaitu menghitung arah kiblat dengan menggunakan rumus: $\text{Cotan } B = \text{Tan } \lambda^k \text{ Cos } \lambda^x$; $\text{Sin } C - \text{Sin } \lambda^k : \text{Tan } C$

$$\lambda^k = 21^{\circ}25'21,03''$$

$$\lambda^x = -6^{\circ}59'2,44''$$

Untuk mendapatkan nilai C digunakan rumus BT Masjid Agung Jawa Tengah (φ^x) – BT Kakbah (φ^k) karena nilai C termasuk kelompok 1 maka arah kiblatnya condong ke barat.

$$\begin{aligned} \text{Berarti C} &= \varphi^x - \varphi^k \\ &= 110^{\circ} 26' 45,1'' - 39^{\circ} 49' 34,22'' \\ &= 70^{\circ} 37' 10,88'' (\text{B}) \end{aligned}$$

Kemudian data-data lintang Kakbah, lintang MAJT, jarak bujur tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah kiblat, sehingga menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \text{Tan } 21^{\circ}25'21,03'' \times \text{Cos } -6^{\circ}59'2,44'' : \\ &\quad \text{Sin } 70^{\circ}37'10,88'' - \text{Sin } -6^{\circ}59'2,44'' : \text{Tan } \\ &\quad 70^{\circ}37'10,88'' \\ &= 65^{\circ}30'21,13'' \text{ UB (U karena hasil} \\ &\quad \text{positif, dan B karena C termasuk} \\ &\quad \text{kelompok I, yaitu } \varphi^x > \varphi^k) \end{aligned}$$

Langkah kedua, menghitung azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dengan rumus: Azimuth Kiblat= $360^{\circ} - B^4$, berarti:

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^{\circ} - B \\ &= 360^{\circ} - 65^{\circ}30'21,13'' \end{aligned}$$

⁴ Karena arah kiblat (B) adalah UB (Utara Barat), maka *azimuth* kiblat = $360 - B$.

$$= 294^{\circ}29'38,87''$$

Langkah ketiga, menghitung Arah Matahari (A) pukul 13:47:21 WIB (06:47:21 GMT), dengan rumus :

$$\text{Cotan } A = \tan \delta \cos \varphi^x : \sin t - \sin \varphi^x : \tan t$$

Untuk mendapat nilai t (sudut waktu) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} t &= (\text{LMT} + e - (\varphi^L - \varphi^x) : 15 - 12) \times 15 \\ &= (13:47:21 + (-0:6:8) - (105^{\circ} - 110^{\circ}26'45,1'')) \\ &\quad : 15 - 12) \times 15 \\ &= 30^{\circ}45'0,1'' \text{ (positif berarti Matahari berada} \\ &\quad \text{di sebelah barat meridian langit).} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai t, masukanlah data-data lintang Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), deklinasi Matahari dan sudut waktu ke dalam rumus, sehingga menjadi

$$\begin{aligned} \text{Cotan } A &= \tan \delta \cos \lambda^x : \sin t - \sin \lambda^x : \tan t \\ &= \tan 21^{\circ}13'46,48'' \times \cos -6^{\circ}59'2,44'' : \sin \\ &\quad 30^{\circ}45'0,1'' - \sin -6^{\circ}59'2,06'' : \tan 30^{\circ}45'0,1'' \\ A &= 46^{\circ}12'48,25'' \text{ UB (U karena hasil} \\ &\quad \text{perhitungannya positif, B karena dilakukan} \\ &\quad \text{setelah } merrpass \text{ Matahari di sebelah barat} \\ &\quad \text{meridian langit)} \end{aligned}$$

Langkah keempat, menghitung arah *azimuth* Matahari dengan menggunakan rumus : *Azimuth* Matahari = 360 – A, karena A = UB (Utara Barat). Berarti :

$$\begin{aligned} \textit{Azimuth} \textit{ Matahari} &= 360 - 46^{\circ}12'48,25'' \\ &= 313^{\circ}47'11,75'' \end{aligned}$$

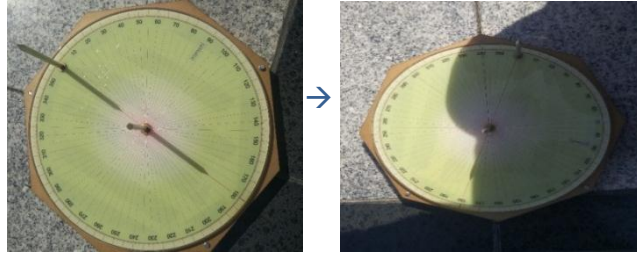
Langkah kelima, menghitung beda *azimuth* (ba) dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \textit{ba} &= \textit{Azimuth} \textit{ kiblat} - \textit{Azimuth} \textit{ Matahari} \\ &= 294^{\circ}29'38,87'' - 313^{\circ}47'11,75'' \\ &= -19^{\circ}11'32,7'' \end{aligned}$$

Karena negatif maka harus ditambah 360°, sehingga menjadi:

$$\begin{aligned} \textit{ba} &= -19^{\circ}11'32,7'' + 360^{\circ} \\ &= 340^{\circ}42'27,12'' \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang melalui bilangan 341° karena 42' dibulatkan menjadi 1° sementara 27,12'' bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sebagaimana pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 Pengujian Istiwa'aini pada hari Rabu, 17 Juli 2019 M pukul 13:47:21 WIB (06:47:21 GMT)

Setelah mendapatkan arah kiblat dari Istiwa'aini, selanjutnya adalah menentukan arah kiblat menggunakan Aplikasi Miqat dengan hasil pengujian sebagai berikut :

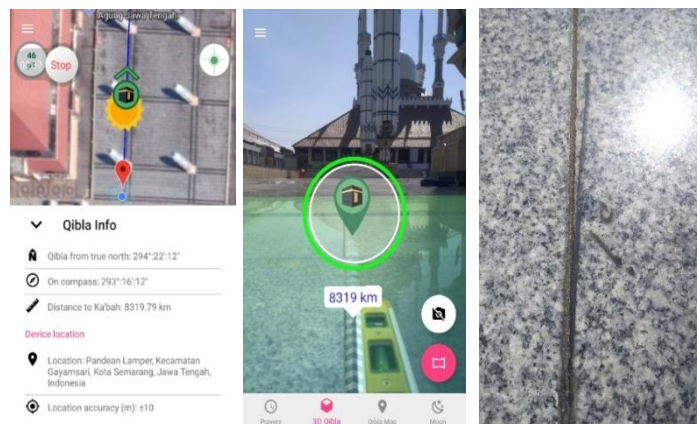
- 1) Lintang Tempat (λ^x) = $-6^{\circ}59'2,44''$ LS
- 2) Bujur Tempat (φ^x) = $110^{\circ}26'45,1''$ BT
- 3) Lintang Kakbah (λ^k) = $21^{\circ}25'21,15''$ LU
- 4) Bujur Kakbah (Φ^k) = $39^{\circ}49'34,10''$ BT
- 5) Akurasi Lokasi = ± 10 Meter
- 6) Jarak Ke Kakbah = 8319,79 KM

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus Vincenty pada program Microsoft Office Excel,⁵ diperoleh hasil *azimuth* kiblat untuk Masjid Agung Jawa Tengah adalah 294.36995171117 atau $294^{\circ}22'11.83''$ UTBS. Hasil

⁵ Perhitungan pada *Microsoft Office Excel* ini diperlukan karena dalam rumus vincenty terdapat proses iterasi, yaitu suatu proses atau metode yang digunakan secara berulang-ulang (pengulangan) dalam menyelesaikan suatu permasalahan matematik.

perhitungan ini berselisih $0^{\circ}7'26,96''$ dengan hasil perhitungan arah kiblat Istiwa'ani.

Kemudian, dalam fitur Qibla Map, arah kiblat dibulatkan menjadi $294^{\circ}22'12''$ UTSB, selain itu nilai arah kiblat pada kompas senilai $293^{\circ}16'12''$ (sudah dikurangi deklinasi magnetik). Sementara pada fitur 3D Qibla, arah kiblat yang ditunjukkan oleh garis 3D Kiblat menghasilkan nilai $295^{\circ}29'38,87''$ atau melenceng sekitar 1° ke arah utara kiblat Istiwa'ani.



Gambar 4.2 Pengujian Aplikasi Miqat pada hari Rabu, 17 Juli 2019 M pukul 13:47:21 WIB (06:47:21 GMT)

Dalam pengujian pertama ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat Karya Samer Joudi adalah kurang akurat.

2. Pengujian Kedua

Terlebih dahulu peneliti menentukan arah kiblat menggunakan Istiwa'aini, pengujian ini dilaksanakan pada hari Rabu, 17 Juli 2019 M pukul 13:55:16 WIB (06:55:16 GMT) dengan data sebagai berikut :

- 1) Lintang Tempat (λ^x) = $-6^{\circ}59'2,44''$ LS
- 2) Bujur Tempat (φ^x) = $110^{\circ}26'45,1''$ BT
- 3) Lintang Kakbah (λ^k) = $21^{\circ}25'21,03''$ LU
- 4) Bujur Kakbah (Φ^k) = $39^{\circ}49'34,22''$ BT
- 5) LMT = Pukul 13:55:16 WIB
- 6) Deklinasi Matahari (δ)

Pukul 13.00 WIB	= $21^{\circ}14'07''$
Pukul 14.00 WIB	= $21^{\circ} 13'41''$
- 7) Equation of time (e)

Pukul 13.00 WIB	= $-0^{\circ}6'8''$
Pukul 14.00 WIB	= $-0^{\circ}6'8''$

Langkah pertama, tentukanlah nilai deklinasi (δ) dan *equation of time* (e) yang telah diinterpolasi terlebih dahulu, dengan cara sebagai berikut:

- a. Deklinasi Matahari (δ)

Pukul 13.00 WIB	= $21^{\circ}14'07''$
Pukul 14.00 WIB	= $21^{\circ} 13'41''$
Selisih waktu (s)	= $0^{\circ}55'16''$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus

$$\begin{aligned}\delta &= \delta^1 + s (\delta^2 - \delta^1) \\ &= 21^\circ 14' 07'' + 0^\circ 55' 16'' (21^\circ 13' 41'' - 21^\circ 14' 07'') \\ &= 21^\circ 13' 43,05''\end{aligned}$$

b. Equation of time (e)

$$\text{Pukul 13.00 WIB} = -0^\circ 6' 8''$$

$$\text{Pukul 14.00 WIB} = -0^\circ 6' 8''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 0^\circ 55' 6''$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus

$$\begin{aligned}e &= e^1 + s (e^2 - e^1) \\ &= -0^\circ 6' 8'' + 0^\circ 55' 6'' (-0^\circ 6' 8'' - (-0^\circ 6' 8'')) \\ &= -0^\circ 6' 8''\end{aligned}$$

Setelah data nilai deklinasi (δ) dan *equation of time* (e) didapatkan, selanjutnya yaitu menghitung arah kiblat dengan menggunakan rumus: $\text{Cotan } B = \text{Tan } \lambda^k \text{ Cos } \lambda^x : \text{Sin } C - \text{Sin } \lambda^k : \text{Tan } C$

$$\lambda^k = 21^\circ 25' 21,03''$$

$$\lambda^x = -6^\circ 59' 2,44''$$

Untuk mendapatkan nilai C digunakan rumus BT Masjid Agung Jawa Tengah (φ^x) – BT Kakbah (φ^{xk}) karena nilai C termasuk kelompok 1 maka arah kiblatnya condong ke barat.

$$\begin{aligned}\text{Berarti } C &= \varphi^x - \varphi^k \\ &= 110^\circ 26' 45,1'' - 39^\circ 49' 34,22'' \\ &= 70^\circ 37' 10,88''(\text{B})\end{aligned}$$

Kemudian data-data lintang Kakbah, lintang MAJT, jarak bujur tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah kiblat, sehingga menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \tan 21^{\circ}25'21,03'' \times \cos -6^{\circ}59'2,44'' : \\ &\sin 70^{\circ}37'10,88'' - \sin -6^{\circ}59'2,44'' : \tan \\ &70^{\circ}37'10,88'' \\ &= 65^{\circ}30'21,13'' \text{ UB (U karena hasil} \\ &\text{positif, dan B karena C termasuk} \\ &\text{kelompok I, yaitu } \varphi^x > \varphi^k) \end{aligned}$$

Langkah kedua, menghitung azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dengan rumus: Azimuth Kiblat = $360^{\circ} - B^6$, berarti:

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^{\circ} - B \\ &= 360^{\circ} - 65^{\circ}30'21,13'' \\ &= 294^{\circ}29'38,87'' \end{aligned}$$

Langkah ketiga, menghitung Arah Matahari (A) pukul 13:55:16 WIB (06:55:16 GMT), dengan rumus :

$$\text{Cotan A} = \tan \delta \cos \varphi^x : \sin t - \sin \varphi^x : \tan t$$

Untuk mendapat nilai t (sudut waktu) digunakan rumus sebagai berikut:

$$t = (\text{LMT} + e - (\varphi^L - \varphi^x) : 15 - 12) \times 15$$

⁶ Karena arah kiblat (B) adalah UB (Utara Barat), maka *azimuth* kiblat = $360 - B$.

$$\begin{aligned}
 &= (13:55:16 + (-0:6:8) - (105^{\circ}-110^{\circ}26'45,1'')) \\
 &: 15 - 12) \times 15 \\
 &= 32^{\circ}43'45,1'' \text{ (positif berarti Matahari} \\
 &\text{berada di sebelah barat meridian langit).}
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai t , masukanlah data-data lintang Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), deklinasi Matahari dan sudut waktu ke dalam rumus, sehingga menjadi

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan } A &= \tan \delta \cos \lambda^x : \sin t - \sin \lambda^x : \tan t \\
 &= \tan 21^{\circ}13'43,05'' \times \cos -6^{\circ}59'2,44'' : \sin \\
 &32^{\circ}43'45,1'' - \sin -6^{\circ}59'2,06'' : \tan \\
 &32^{\circ}43'45,1''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 47^{\circ}56'22,3'' \text{ UB (U karena hasil} \\
 &\text{perhitungannya positif, B karena dilakukan} \\
 &\text{setelah } merrpass \text{ Matahari di sebelah barat} \\
 &\text{meridian langit)}
 \end{aligned}$$

Langkah keempat, menghitung arah *azimuth* Matahari dengan menggunakan rumus : *Azimuth* Matahari = $360 - A$, karena $A = UB$ (Utara Barat). Berarti :

$$\begin{aligned}
 \text{Azimuth Matahari} &= 360 - 47^{\circ}56'22,3'' \\
 &= 312^{\circ}3'37,7''
 \end{aligned}$$

Langkah kelima, menghitung beda *azimuth* (ba) dengan menggunakan rumus:

$$\text{ba} = \text{Azimuth kiblat} - \text{Azimuth Matahari}$$

$$= 294^{\circ}29'38,87'' - 312^{\circ}3'37,7''$$

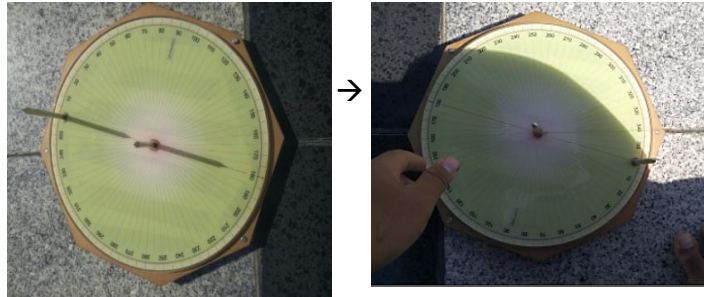
$$= -17^{\circ}33'83,9''$$

Karena negatif maka harus ditambah 360° , sehingga menjadi:

$$ba = -17^{\circ}33'58,96'' + 360^{\circ}$$

$$= 342^{\circ}26'1,17''$$

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwaq yang dititik pusat memanjang melalui bilangan 342° lebih $26'$ (mendekati setengah derajat) sementara $1,17''$ bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sebagaimana pada gambar di bawah ini.



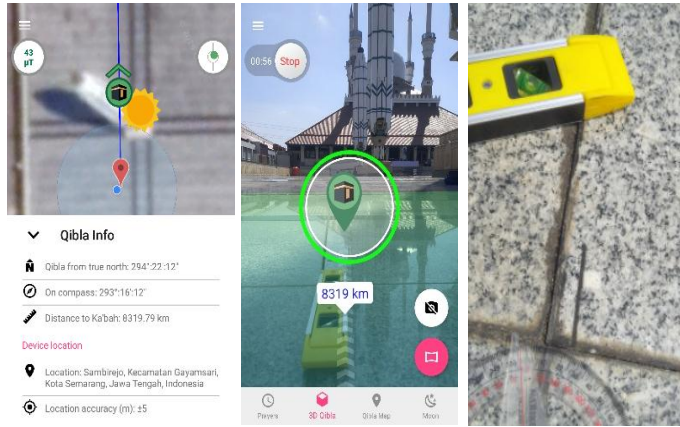
Gambar 4.3 Pengujian Istiwa'aini pada hari Rabu, 17 Juli 2019 M pukul 13:55:16 WIB (06:55:16 GMT)

Setelah mendapatkan arah kiblat dari Istiwa'aini, selanjutnya adalah menentukan arah kiblat menggunakan Aplikasi Miqat dengan hasil pengujian sebagai berikut :

- 1) Lintang Tempat (λ^x) = $-6^{\circ}59'2,44''$ LS
- 2) Bujur Tempat (ϕ^x) = $110^{\circ}26'45,1''$ BT
- 3) Lintang Kakbah (λ^K) = $21^{\circ}25'21,15''$ LU
- 4) Bujur Kakbah (Φ^K) = $39^{\circ}49'34,10''$ BT
- 5) Akurasi Lokasi = ± 5 Meter
- 6) Jarak Ke Kakbah = 8319,79 KM

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus Vincenty pada program Microsoft Office Excel, diperoleh hasil *azimuth* kiblat untuk Masjid Agung Jawa Tengah adalah 294.36995171117 atau $294^{\circ}22'11.83''$ UTSB. Hasil perhitungan ini berselisih $0^{\circ}7'26,96''$ dengan hasil perhitungan arah kiblat Istiwa'aini.

Kemudian, dalam fitur *Qibla Map*, nilai arah kiblat tersebut dibulatkan menjadi $294^{\circ}22'12''$ UTSB, selain itu nilai arah kiblat kompas pada fitur *Qibla Map* adalah $293^{\circ}16'12''$ (sudah dikurangi deklinasi magnetik). Sementara pada fitur *3D Qibla*, arah kiblat yang ditunjukkan oleh garis kiblat 3D menghasilkan nilai $294^{\circ}29'38,87''$ atau sama dengan arah kiblat Istiwa'aini.



Gambar 4.4 Pengujian Aplikasi Miqat pada hari Rabu, 17 Juli 2019 M pukul 13:55:16 WIB (06:55:16 GMT)

Dalam pengujian kedua ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat Karya Samer Joudi adalah sangat akurat.

3. Pengujian Ketiga

Terlebih dahulu peneliti menentukan arah kiblat menggunakan Istiwa'aini, pengujian ini dilaksanakan pada hari Kamis, 18 Juli 2019 M pukul 16:48:16 WIB (09:48:16 GMT) dengan data sebagai berikut :

- 1) Lintang Tempat (λ^x) = $-6^{\circ}59'2,44''$ LS
- 2) Bujur Tempat (φ^x) = $110^{\circ}26'45,1''$ BT

- 3) Lintang Kakbah (λ^k) = $21^{\circ}25'21,03''$ LU
- 4) Bujur Kakbah (Φ^k) = $39^{\circ}49'34,22''$ BT
- 5) LMT = Pukul 16:48:16 WIB
- 6) Deklinasi Matahari (δ)
 - Pukul 16.00 WIB = $21^{\circ}02'32''$
 - Pukul 17.00 WIB = $21^{\circ}02'06''$
- 7) Equation of time (e)
 - Pukul 16.00 WIB = $-0^{\circ}6'14''$
 - Pukul 17.00 WIB = $-0^{\circ}6'14''$

Langkah pertama, tentukanlah nilai deklinasi (δ) dan *equation of time* (e) yang telah dinterpolasi terlebih dahulu, dengan cara sebagai berikut:

- a. Deklinasi Matahari (δ)

$$\text{Pukul 16.00 WIB} = 21^{\circ}02'32''$$

$$\text{Pukul 17.00 WIB} = 21^{\circ}02'06''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 0^{\circ}48'16''$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus

$$\begin{aligned} \delta &= \delta^1 + s(\delta^2 - \delta^1) \\ &= 21^{\circ}02'32'' + 0^{\circ}48'16'' (21^{\circ}02'06'' - 21^{\circ}02'32'') \\ &= 21^{\circ}2'11,08'' \end{aligned}$$

- b. Equation of time (e)

$$\text{Pukul 16.00 WIB} = -0^{\circ}6'14''$$

$$\text{Pukul 17.00 WIB} = -0^{\circ}6'14''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 0^{\circ}48'16''$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus

$$\begin{aligned} e &= e^1 + s (e^2 - e^1) \\ &= -0^{\circ}6'14'' + 0^{\circ}48'16'' (-0^{\circ}6'14'' - (-0^{\circ}6'14'')) \\ &= -0^{\circ}6'14'' \end{aligned}$$

Setelah data nilai deklinasi (δ) dan *equation of time* (e) didapatkan, selanjutnya yaitu menghitung arah kiblat dengan menggunakan rumus: $\text{Cotan } B = \text{Tan } \lambda^k \text{ Cos } \lambda^x : \text{Sin } C - \text{Sin } \lambda^k : \text{Tan } C$

$$\lambda^k = 21^{\circ}25'21,03''$$

$$\lambda^x = -6^{\circ}59'2,44''$$

Untuk mendapatkan nilai C digunakan rumus BT Masjid Agung Jawa Tengah (ϕ^x) – BT Kakbah (ϕ^k) karena nilai C termasuk kelompok 1 maka arah kiblatnya condong ke barat.

$$\begin{aligned} \text{Berarti } C &= \phi^x - \phi^k \\ &= 110^{\circ}26'45,1'' - 39^{\circ}49'34,22'' \\ &= 70^{\circ}37'10,88''(\text{B}) \end{aligned}$$

Kemudian data-data lintang Kakbah, lintang MAJT, jarak bujur tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah kiblat, sehingga menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Cotan } B &= \text{Tan } 21^{\circ}25'21,03'' \times \text{Cos } -6^{\circ}59'2,44'': \\ &\text{Sin } 70^{\circ}37'10,88'' - \text{Sin } -6^{\circ}59'2,44'': \text{Tan } \\ &70^{\circ}37'10,88'' \end{aligned}$$

= 65°30'21,13" UB (U karena hasil positif, dan B karena C termasuk kelompok I, yaitu $\varphi^x > \varphi^k$)

Langkah kedua, menghitung azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dengan rumus: Azimuth Kiblat = $360^\circ - B^7$, berarti:

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^\circ - B \\ &= 360^\circ - 65^\circ 30' 21,13'' \\ &= 294^\circ 29' 38,87'' \end{aligned}$$

Langkah ketiga, menghitung Arah Matahari (A), dengan rumus :

$$\text{Cotan } A = \tan \delta \cos \varphi^x : \sin t - \sin \varphi^x : \tan t$$

Untuk mendapat nilai t (sudut waktu) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} t &= (\text{LMT} + e - (\varphi^L - \varphi^x) : 15 - 12) \times 15 \\ &= (16:48:16 + (-0:6:14) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45,1'')) : 15 - 12) \times 15 \\ &= 75^\circ 57' 15,1'' \text{ (positif berarti Matahari berada di sebelah barat meridian langit).} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai t, masukanlah data-data lintang Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), deklinasi

⁷ Karena arah kiblat (B) adalah UB (Utara Barat), maka *azimuth* kiblat = 360- B.

Matahari dan sudut waktu ke dalam rumus, sehingga menjadi

$$\begin{aligned} \text{Cotan } A &= \tan \delta \cos \lambda^x : \sin t - \sin \lambda^x : \tan t \\ &= \tan 21^{\circ}2'11,08'' \times \cos -6^{\circ}59'2,44'' : \sin 75^{\circ}57'15,1'' - \sin -6^{\circ}59'2,06'' : \tan 75^{\circ}57'15,1'' \\ A &= 67^{\circ}1'36,22'' \text{ UB (U karena hasil perhitungannya positif, B karena dilakukan setelah } merrpass \text{ Matahari di sebelah barat meridian langit)} \end{aligned}$$

Langkah keempat, menghitung arah *azimuth* Matahari dengan menggunakan rumus : *Azimuth* Matahari = 360 – A, karena A = UB (Utara Barat). Berarti :

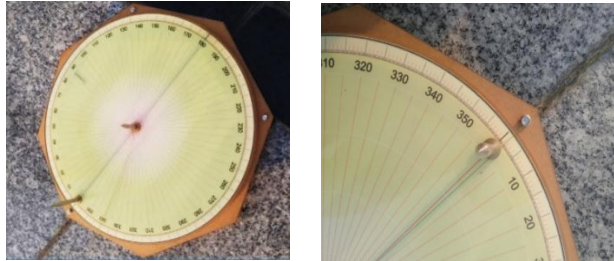
$$\begin{aligned} \textit{Azimuth} \text{ Matahari} &= 360 - 67^{\circ}1'36,22'' \\ &= 292^{\circ}58'23,78'' \end{aligned}$$

Langkah kelima, menghitung beda *azimuth* (ba) dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{ba} &= \textit{Azimuth} \text{ kiblat} - \textit{Azimuth} \text{ Matahari} \\ &= 294^{\circ}29'38,87'' - 292^{\circ}58'23,78'' \\ &= 1^{\circ}31'15,09'' \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang melalui bilangan 1,5° sementara 1'15,09'' bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil. Hasilnya benang

tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sebagaimana pada gambar di bawah ini.



**Gambar 4.5 Pengujian Istiwa'aini pada hari
Kamis, 18 Juli 2019 M pukul 16:48:16 WIB
(09:48:16 GMT)**

Setelah mendapatkan arah kiblat dari Istiwa'aini, selanjutnya adalah menentukan arah kiblat menggunakan Aplikasi Miqat dengan hasil pengujian sebagai berikut :

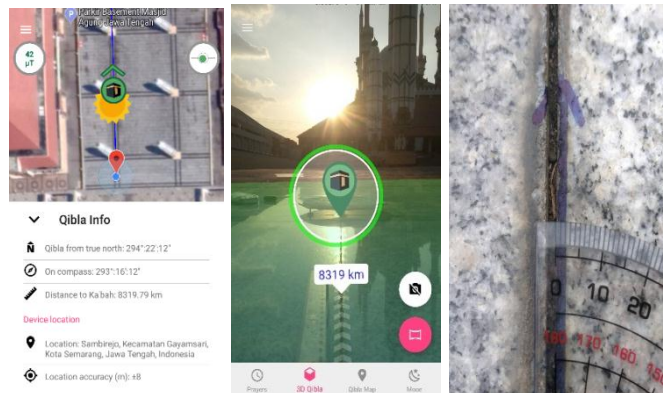
- 1) Lintang Tempat (λ^x) = $-6^{\circ}59'2,44''$ LS
- 2) Bujur Tempat (φ^x) = $110^{\circ}26'45,1''$ BT
- 3) Lintang Kakbah (λ^K) = $21^{\circ}25'21,15''$ LU
- 4) Bujur Kakbah (Φ^K) = $39^{\circ}49'34,10''$ BT
- 5) Akurasi Lokasi = ± 8 Meter
- 6) Jarak Ke Kakbah = 8319,79 KM

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus Vincenty pada program Microsoft Office Excel, diperoleh hasil azimuth kiblat untuk Masjid Agung Jawa Tengah adalah 294.36995171117 atau $294^{\circ}22'11.83''$ UTBS. Hasil

perhitungan ini berselisih $0^{\circ}7'26,96''$ dengan hasil perhitungan arah kiblat Istiwa'aini.

Kemudian, dalam fitur Qibla Map, arah kiblat dibulatkan menjadi $294^{\circ}22'12''$ UTSTB, selain itu nilai arah kiblat pada kompas senilai $293^{\circ}16'12''$ (sudah dikurangi deklinasi magnetik). Sementara pada fitur 3D Qibla, arah kiblat yang ditunjukkan oleh garis 3D Kiblat menghasilkan nilai $294^{\circ}59'38,87''$ atau melenceng sekitar $0,5^{\circ}$ ke arah utara kiblat Istiwa'aini.

Gambar 4.6 Pengujian Aplikasi Miqat pada hari Kamis, 18 Juli 2019 M pukul 16:48:16 WIB (09:48:16 GMT).



Dalam pengujian ketiga ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat Karya Samer Joudi adalah akurat.

4. Pengujian Keempat

Terlebih dahulu peneliti menentukan arah kiblat menggunakan Istiya'aini, pengujian ini dilaksanakan pada hari Sabtu, 20 Juli 2019 M pukul 10:18:07 WIB (03:18:07 GMT) dengan data sebagai berikut :

- 1) Lintang Tempat (λ^x) = $-6^{\circ}59'2,44''$ LS
- 2) Bujur Tempat (φ^x) = $110^{\circ}26'45,1''$ BT
- 3) Lintang Kakbah (λ^k) = $21^{\circ}25'21,03''$ LU
- 4) Bujur Kakbah (Φ^k) = $39^{\circ}49'34,22''$ BT
- 5) LMT = Pukul 10:18:07 WIB
- 6) Deklinasi Matahari (δ)

Pukul 10.00 WIB	= $20^{\circ}43'38''$
Pukul 11.00 WIB	= $20^{\circ}43'11''$
- 7) Equation of time (e)

Pukul 10.00 WIB	= $-0^{\circ}6'21''$
Pukul 11.00 WIB	= $-0^{\circ}6'21''$

Langkah pertama, tentukanlah nilai deklinasi (δ) dan *equation of time* (e) yang telah diinterpolasi terlebih dahulu, dengan cara sebagai berikut:

- a. Deklinasi Matahari (δ)

Pukul 10.00 WIB	= $20^{\circ}43'38''$
Pukul 11.00 WIB	= $20^{\circ}43'11''$
Selisih waktu (s)	= $0^{\circ}18'07''$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus

$$\begin{aligned}\delta &= \delta^1 + s (\delta^2 - \delta^1) \\ &= 20^\circ 43' 38'' + 0^\circ 18' 07'' (20^\circ 43' 11'' - 20^\circ 43' 38'') \\ &= 20^\circ 43' 46,15''\end{aligned}$$

b. Equation of time (e)

$$\text{Pukul 10.00 WIB} = -0^\circ 6' 21''$$

$$\text{Pukul 11.00 WIB} = -0^\circ 6' 21''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 0^\circ 18' 07''$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus

$$\begin{aligned}e &= e^1 + s (e^2 - e^1) \\ &= -0^\circ 6' 21'' + 0^\circ 18' 07'' (-0^\circ 6' 21'' - (-0^\circ 6' 21'')) \\ &= -0^\circ 6' 21''\end{aligned}$$

Setelah data nilai deklinasi (δ) dan *equation of time* (e) didapatkan, selanjutnya yaitu menghitung arah kiblat dengan menggunakan rumus: $\text{Cotan } B = \text{Tan } \lambda^k \text{ Cos } \lambda^x$: $\text{Sin } C - \text{Sin } \lambda^k$: $\text{Tan } C$

$$\lambda^k = 21^\circ 25' 21,03''$$

$$\lambda^x = -6^\circ 59' 2,44''$$

Untuk mendapatkan nilai C digunakan rumus BT Masjid Agung Jawa Tengah (φ^x) – BT Kakbah (φ^{xk}) karena nilai C termasuk kelompok 1 maka arah kiblatnya condong ke barat.

$$\begin{aligned}\text{Berarti } C &= \varphi^x - \varphi^k \\ &= 110^\circ 26' 45,1'' - 39^\circ 49' 34,22'' \\ &= 70^\circ 37' 10,88''(\text{B})\end{aligned}$$

Kemudian data-data lintang Kakbah, lintang MAJT, jarak bujur tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah kiblat, sehingga menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \tan 21^{\circ}25'21,03'' \times \cos -6^{\circ}59'2,44'' : \\ &\sin 70^{\circ}37'10,88'' - \sin -6^{\circ}59'2,44'' : \tan \\ &70^{\circ}37'10,88'' \\ &= 65^{\circ}30'21,13'' \text{ UB (U karena hasil} \\ &\text{positif, dan B karena C termasuk} \\ &\text{kelompok I, yaitu } \varphi^x > \varphi^k) \end{aligned}$$

Langkah kedua, menghitung azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dengan rumus: Azimuth Kiblat = $360^{\circ} - B^8$, berarti:

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^{\circ} - B \\ &= 360^{\circ} - 65^{\circ}30'21,13'' \\ &= 294^{\circ}29'38,87'' \end{aligned}$$

Langkah ketiga, menghitung Arah Matahari (A) pukul 10:18:07 WIB (03:18:07 GMT), dengan rumus :

$$\text{Cotan A} = \tan \delta \cos \varphi^x : \sin t - \sin \varphi^x : \tan t$$

Untuk mendapat nilai t (sudut waktu) digunakan rumus sebagai berikut:

$$t = (\text{LMT} + e - (\varphi^L - \varphi^x) : 15 - 12) \times 15$$

⁸ Karena arah kiblat (B) adalah UB (Utara Barat), maka *azimuth* kiblat = $360 - B$.

$$= (10:18:07 + (-0:6:21) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45,1'')) : 15 - 12) \times 15$$

= $-21^\circ 36' 44,9''$ (negatif berarti Matahari berada di sebelah timur meridian langit).

Dalam perhitungan selanjutnya sudut waktu (t) harus dirubah menjadi positif dengan keterangan (T)

$$t = 21^\circ 36' 44,9'' \text{ (T)}$$

Setelah mendapatkan nilai t, masukanlah data-data lintang Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), deklinasi Matahari dan sudut waktu ke dalam rumus, sehingga menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Cotan A} &= \tan \delta \cos \lambda^x : \sin t - \sin \lambda^x : \tan t \\ &= \tan 20^\circ 43' 46,15'' \cos -6^\circ 59' 2,44'' : \sin 21^\circ 36' 44,9'' - \sin -6^\circ 59' 2,06'' : \tan 21^\circ 36' 44,9'' \end{aligned}$$

$$A = 37^\circ 0' 37,21'' \text{ UT (U karena hasil perhitungannya positif, T karena dilakukan setelah } merrpass \text{ Matahari di sebelah barat meridian langit)}$$

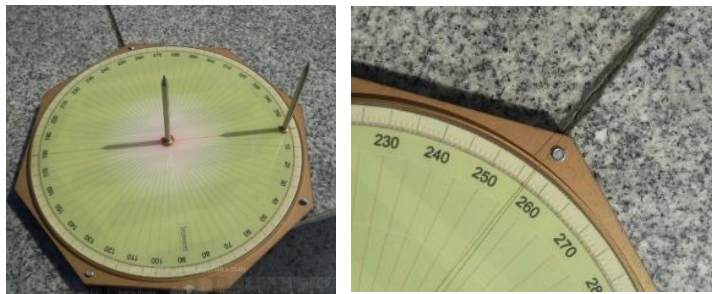
Langkah keempat, menghitung arah *azimuth* Matahari pukul 10:18:07 WIB (09:18:07 GMT), dengan menggunakan rumus : *Azimuth* Matahari = A, karena A = UT (Utara Timur). Berarti :

$$\text{Azimuth Matahari} = 37^{\circ}0'37,21''$$

Langkah kelima, menghitung beda *azimuth* (ba) dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{ba} &= \text{Azimuth kiblat} - \text{Azimuth Matahari} \\ &= 294^{\circ}29'38,87'' - 37^{\circ}0'37,21'' \\ &= 257^{\circ}29'35,66'' \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwaq yang dititik pusat memanjang melalui bilangan $257,5^{\circ}$ sementara kekurangan $25,24''$ bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil. Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sebagaimana pada gambar di bawah.



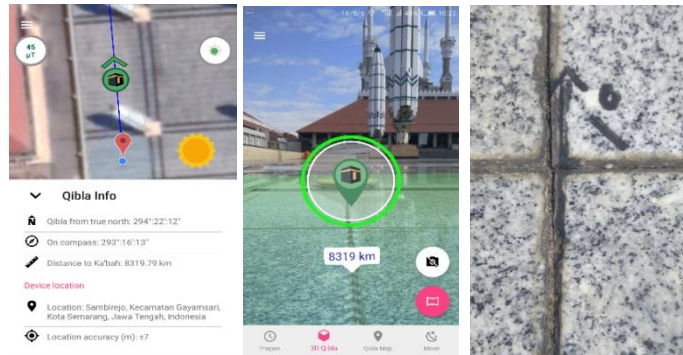
**Gambar 4.7 Pengujian Istiwa'aini pada hari Sabtu,
20 Juli 2019 M pukul 10:18:07 WIB (03:18:07
GMT)**

Setelah mendapatkan arah kiblat dari Istiwa'aini, selanjutnya adalah menentukan arah kiblat menggunakan Aplikasi Miqat dengan hasil pengujian sebagai berikut :

- 1) Lintang Tempat (λ^x) = $-6^{\circ}59'2,44''$ LS
- 2) Bujur Tempat (φ^x) = $110^{\circ}26'45,1''$ BT
- 3) Lintang Kakbah (λ^k) = $21^{\circ}25'21,15''$ LU
- 4) Bujur Kakbah (Φ^k) = $39^{\circ}49'34,10''$ BT
- 5) Akurasi Lokasi = ± 7 Meter
- 6) Jarak Ke Kakbah = 8319,79 KM

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus Vincenty pada program Microsoft Office Excel, diperoleh hasil *azimuth* kiblat untuk Masjid Agung Jawa Tengah adalah 294.36995171117 atau $294^{\circ}22'11.83''$ UTSB. Hasil perhitungan ini berselisih $0^{\circ}7'26,96''$ dengan hasil perhitungan arah kiblat Istiwa'aini.

Kemudian, dalam fitur Qibla Map, arah kiblat dibulatkan menjadi $294^{\circ}22'12''$ UTSB, selain itu nilai arah kiblat pada kompas senilai $293^{\circ}16'13''$ (sudah dikurangi deklinasi magnetik). Sementara pada fitur 3D Qibla, arah kiblat yang ditunjukkan oleh garis 3D Kiblat menghasilkan nilai $295^{\circ}29'38,87''$ atau melenceng sekitar 1° ke arah utara kiblat Istiwa'aini.



Gambar 4.8 Pengujian Aplikasi Miqat pada hari Sabtu, 20 Juli 2019 M pukul 10:18:16 WIB (03:18:16 GMT).

Dalam pengujian keempat ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat Karya Samer Joudi adalah kurang akurat.

5. Pengujian Kelima

Terlebih dahulu peneliti menentukan arah kiblat menggunakan Istiwa'aini, pengujian ini dilaksanakan pada hari Sabtu, 20 Juli 2019 M pukul 10:52:05 WIB (03:52:05 GMT) dengan data sebagai berikut :

- 1) Lintang Tempat (λ^x) = $-6^{\circ}59'2,44''$ LS
- 2) Bujur Tempat (φ^x) = $110^{\circ}26'45,1''$ BT
- 3) Lintang Kakbah (λ^k) = $21^{\circ}25'21,03''$ LU
- 4) Bujur Kakbah (Φ^k) = $39^{\circ}49'34,22''$ BT

- 5) LMT = Pukul 10:52:05 WIB
- 6) Deklinasi Matahari (δ)
- Pukul 10.00 WIB = $20^{\circ}43'38''$
- Pukul 11.00 WIB = $20^{\circ}43'11''$
- 7) *Equation of time* (e)
- Pukul 10.00 WIB = $-0^{\circ}6'21''$
- Pukul 11.00 WIB = $-0^{\circ}6'21''$

Langkah pertama, tentukanlah nilai deklinasi (δ) dan *equation of time* (e) yang telah diinterpolasi terlebih dahulu, dengan cara sebagai berikut:

- a. Deklinasi Matahari (δ)

$$\text{Pukul 10.00 WIB} = 20^{\circ}43'38''$$

$$\text{Pukul 11.00 WIB} = 20^{\circ}43'11''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 0^{\circ}52'05''$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus

$$\begin{aligned}\delta &= \delta^1 + s (\delta^2 - \delta^1) \\ &= 20^{\circ}43'38'' + 0^{\circ}52'05'' (20^{\circ}43'11'' - 20^{\circ}43'38'') \\ &= 20^{\circ}43'14,56''\end{aligned}$$

- b. *Equation of time* (e)

$$\text{Pukul 10.00 WIB} = -0^{\circ}6'21''$$

$$\text{Pukul 11.00 WIB} = -0^{\circ}6'21''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 0^{\circ}52'05''$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus

$$e = e^1 + s (e^2 - e^1)$$

$$\begin{aligned}
 &= -0^{\circ}6'21'' + 0^{\circ}52'05'' (-0^{\circ}6'21'' - (-0^{\circ}6'21'')) \\
 &= -0^{\circ}6'21''
 \end{aligned}$$

Setelah data nilai deklinasi (δ) dan *equation of time* (e) didapatkan, selanjutnya yaitu menghitung arah kiblat dengan menggunakan rumus: $\text{Cotan } B = \text{Tan } \lambda^k \text{ Cos } \lambda^x : \text{Sin } C - \text{Sin } \lambda^k : \text{Tan } C$

$$\lambda^k = 21^{\circ}25'21,03''$$

$$\lambda^x = -6^{\circ}59'2,44''$$

Untuk mendapatkan nilai C digunakan rumus BT Masjid Agung Jawa Tengah (φ^x) – BT Kakbah (φ^k) karena nilai C termasuk kelompok 1 maka arah kiblatnya condong ke barat.

$$\begin{aligned}
 \text{Berarti } C &= \varphi^x - \varphi^k \\
 &= 110^{\circ} 26' 45,1'' - 39^{\circ}49'34,22'' \\
 &= 70^{\circ}37'10,88''(\text{B})
 \end{aligned}$$

Kemudian data-data lintang Kakbah, lintang MAJT, jarak bujur tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah kiblat, sehingga menjadi :

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan } B &= \text{Tan } 21^{\circ}25'21,03'' \times \text{Cos } -6^{\circ}59'2,44'' : \\
 &\text{Sin } 70^{\circ}37'10,88'' - \text{Sin } -6^{\circ}59'2,44'' : \text{Tan } \\
 &70^{\circ}37'10,88'' \\
 &= 65^{\circ}30'21,13'' \text{ UB (U karena hasil} \\
 &\text{positif, dan B karena C termasuk} \\
 &\text{kelompok I, yaitu } \varphi^x > \varphi^k)
 \end{aligned}$$

Langkah kedua, menghitung azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dengan rumus: $\text{Azimuth Kiblat} = 360^\circ - B^9$, berarti:

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^\circ - B \\ &= 360^\circ - 65^\circ 30' 21,13'' \\ &= 294^\circ 29' 38,87'' \end{aligned}$$

Langkah ketiga, menghitung Arah Matahari (A) pukul 10:18:07 WIB (03:18:07 GMT), dengan rumus :

$$\text{Cotan } A = \tan \delta \cos \varphi^x : \sin t - \sin \varphi^x : \tan t$$

Untuk mendapat nilai t (sudut waktu) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} t &= (\text{LMT} + e - (\varphi^L - \varphi^x) : 15 - 12) \times 15 \\ &= (10:52:05 + (-0:6:21) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45,1'')) : 15 - 12) \times 15 \\ &= -13^\circ 7' 14,9'' \text{ (negatif berarti Matahari berada di sebelah timur meridian langit).} \end{aligned}$$

Dalam perhitungan selanjutnya sudut waktu (t) harus dirubah menjadi positif dengan keterangan (T)

$$t = 13^\circ 7' 14,9'' \text{ (T)}$$

Setelah mendapatkan nilai t, masukanlah data-data lintang Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), deklinasi

⁹ Karena arah kiblat (B) adalah UB (Utara Barat), maka *azimuth* kiblat = $360 - B$.

Matahari dan sudut waktu ke dalam rumus, sehingga menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Cotan } A &= \tan \delta \cos \lambda^x : \sin t - \sin \lambda^x : \tan t \\ &= \tan 20^{\circ}43'14,56'' \times \cos -6^{\circ}59'2,44'' : \sin 21^{\circ}36'44,96'' - \sin -6^{\circ}59'2,06'' : \tan 13^{\circ}7'14,96'' \end{aligned}$$

$$A = 24^{\circ}41'4,71'' \text{ UT (U karena hasil perhitungannya positif, T karena dilakukan setelah } merrpass \text{ Matahari di sebelah barat meridian langit)}$$

Langkah keempat, menghitung arah *azimuth* Matahari pukul 16:48:16 WIB (09:48:16 GMT), dengan menggunakan rumus : *Azimuth* Matahari = A, karena A = UT (Utara Timur). Berarti :

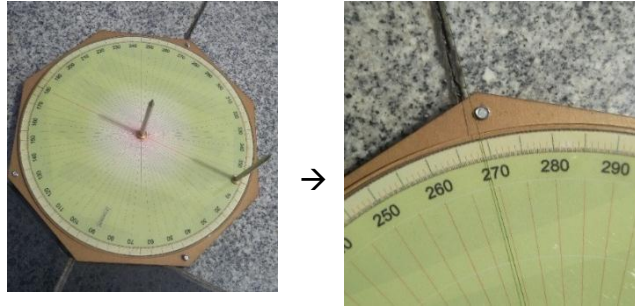
$$\text{Azimuth Matahari} = 24^{\circ}41'4,71''$$

Langkah kelima, menghitung beda *azimuth* (ba) dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{ba} &= \text{Azimuth kiblat} - \text{Azimuth Matahari} \\ &= 294^{\circ}29'38,87'' - 24^{\circ}41'4,71'' \\ &= 269^{\circ}48'34,16'' \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang melalui bilangan 270° karena 48' dibulatkan menjadi 1° sementara 34,16'' bisa diabaikan karena bilangan tersebut

terlalu kecil.. Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sebagaimana pada gambar di bawah.



**Gambar 4.9 Pengujian Istiwa'aini pada hari Sabtu,
20 Juli 2019 M pukul 10:52:05 WIB (03:52:05
GMT)**

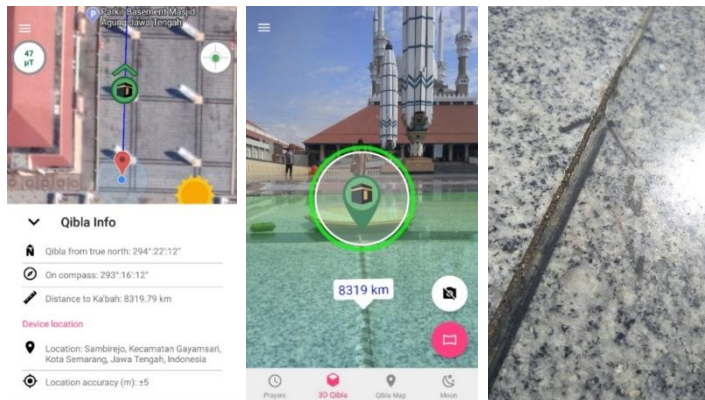
Setelah mendapatkan arah kiblat dari Istiwa'aini, selanjutnya adalah menentukan arah kiblat menggunakan Aplikasi Miqat dengan hasil pengujian sebagai berikut :

- 1) Lintang Tempat (λ^x) = $-6^{\circ}59'2,44''$ LS
- 2) Bujur Tempat (φ^x) = $110^{\circ}26'45,1''$ BT
- 3) Lintang Kakbah (λ^K) = $21^{\circ}25'21,15''$ LU
- 4) Bujur Kakbah (Φ^K) = $39^{\circ}49'34,10''$ BT
- 5) Akurasi Lokasi = ± 5 Meter
- 6) Jarak Ke Kakbah = 8319,79 KM

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus Vincenty pada program Microsoft Office Excel, diperoleh hasil

azimuth kiblat untuk Masjid Agung Jawa Tengah adalah 294.36995171117 atau $294^{\circ}22'11.83''$ UTSB. Hasil perhitungan ini berselisih $0^{\circ}7'26,96''$ dengan hasil perhitungan arah kiblat Istiwa'aini.

Kemudian, dalam fitur Qibla Map, arah kiblat dibulatkan menjadi $294^{\circ}22'12''$ UTSB, selain itu nilai arah kiblat pada kompas senilai $293^{\circ}16'12''$ (sudah dikurangi deklinasi magnetik). Sementara pada fitur 3D Qibla, arah kiblat yang ditunjukkan oleh garis 3D Kiblat menghasilkan nilai $295^{\circ}29'38,87''$ atau melenceng sekitar 1° ke arah utara kiblat Istiwa'aini.



Gambar 4.10 Pengujian Aplikasi Miqat pada hari Sabtu, 20 Juli 2019 M pukul 10:52:05 WIB (03:52:05 GMT).

Dalam pengujian kelima ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi

android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat Karya Samer Joudi adalah kurang akurat.

Dari lima kali pengujian yang dilaksanakan pada tanggal 17 Juli hingga 20 Juli 2019 dengan jam yang berbeda-beda, peneliti mendapatkan hasil pengujian sebagai berikut, antara lain :

**Tabel 4.2 Hasil Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat
Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi
Augmented Reality pada Aplikasi Miqat Karya Samer
Joudi**

Uji	Aplikasi Miqat	Istiwa'aini	Selisih
1	295°29'38,87"	294°29'38,87"	1° (tidak akurat)
2	294°29'38,87"	294°29'38,87"	0° (sangat akurat)
3	294°59'38,87"	294°29'38,87"	0°30' (akurat)
4	295°29'38,87"	294°29'38,87"	1° (tidak akurat)
5	295°29'38,87"	294°29'38,87"	1° (tidak akurat)

Didapatkan satu azimuth kiblat yang sangat akurat, satu arah kiblat yang akurat dan tiga arah yang kurang akurat, dengan bukti-bukti seperti yang terdapat pada pengujian pertama hingga kelima. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat Karya Samer Joudi dikategorikan kurang akurat menurut tingkat keakuratan Slamet Hambali.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan sebelumnya dan berdasarkan analisa yang telah penulis lakukan, maka penulis selanjutnya akan memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat karya Samer Joudi tergolong mudah dan praktis. Perhitungan arah kiblatnya menggunakan rumus Vincenty yang memiliki akurasi tinggi untuk menentukan arah kiblat berdasarkan bentuk bumi sebagai ellipsoid. Hasil perhitungan arah kiblatnya memiliki selisih 7 menit dengan perhitungan arah kiblat berdasarkan bentuk bumi sebagai bola. Penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat akan menghasilkan arah kiblat yang akurat apabila dalam penggunaannya memperhatikan syarat-syarat yang dibutuhkan aplikasi, data lokasi, dan proses pengukurannya.
2. Penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *Augmented Reality* pada aplikasi Miqat karya Samer Joudi adalah kurang akurat menurut tingkat keakuratan Slamet Hambali. Dari lima kali pengujian, tingkat akurasinya berselisih 0° hingga 1° dari arah kiblat hasil

pengukuran Istiwa'aini. Hal ini karena terdapat perbedaan pengasumsian bumi sebagai bola sempurna dengan ellipsoid yang menyebabkan hasil perhitungan azimuth kiblat berbeda, data lokasi yang ditampilkan pada aplikasi Miqat dalam fitur Qibla Map memiliki tingkat akurasi yang berbeda-beda, dan teknologi augmented reality yang menampilkan garis kiblat masih mengacu kepada arah kiblat kompas magnetik dari Smartphone, sehingga arah tersebut tidak dapat menunjukkan arah yang benar-benar akurat.

B. Saran dan Kritik

1. Seperti pada umumnya, penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android harus dijauhkan dari faktor-faktor yang dapat mengganggu sinyal satelit, karena akan menyebabkan tampilan data koordinat (lintang dan bujur) yang kurang akurat.
2. Untuk memaksimalkan fungsi *Global Positioning System (GPS)* ini disarankan untuk memakai jaringan (kartu internet) yang stabil, mengatur GPS ke mode akurasi tertinggi dan menggunakan *Smartphone* yang mumpuni.
3. Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, pastinya masih banyak kekurangan baik dari segi materi maupun dari segi isi. Peneliti membutuhkan kritik dan saran yang membangun untuk menjadikan skripsi ini menjadi lebih baik lagi.

C. Penutup

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT penulis ucapkan sebagai ungkapan rasa syukur karena telah menyelesaikan skripsi ini. Meskipun telah berusaha seoptimal mungkin, penulis meyakini masih dijumpai kekurangan dan kelemahan skripsi ini dari berbagai sisi. Namun demikian penulis berdo'a dan berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- A. Jacko, Julie. 2003. *Handbook of Research on Ubiquitous Computing Technology for Real Time Enterprises*. CRC Press.
- al-Hafiz Ahmad bin Ali bin Hajar al-Asqalani, Imam. *Fath al-Bari, Juz I*. Beirut: Dar al-Fikr.
- Al-Husain Muslim Bin Al-Hajjaj Bin Muslim Al-Qusyairy An-Naisabury, Abu. *Shahih Muslim, Juz. I*. Beirut: Darul Kutubil ‘Ilmiyyah.
- Ali As Shabuni, Muhammad. 1983. *Tafsir Ayat Ahkam As Shabuni*. Surabaya: Bina Ilmu.
- Arifin, Zainul. 2012. *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Lukita, 2012.
- Azhari, Susiknan. 2007. *Ilmu Falak : Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*. Yogyakarta : Suara Muhammadiyah.
- Azis Dahlan, Abdul, et al. 1996. *Ensiklopedi Hukum Islam*. Jakarta: PT Ichtiar Baru Van Hoeve, Cet I.
- Azraqiy. *Akhbar Mekkah, Jilid I*. Mekkah : Al-Majidiyyah.
- Azwar, Saifuddin. 2004. *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet. V.
- Az-Zuhaili, Wahab. 2010. *Fiqh Islam Wa Adillatuhu, terjemahan .Abdul Hayyie al-Kattani, dkk*. Jakarta: Gema Insani.

- Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama. 1981. *Almanak Hisab Rukyat*. Jakarta : Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam.
- Bin Muhammad Awwad Al-Jaziry, Abdurrahman. 1699. *Kitabul Fiqh Ala Madzahibil Arba'ah*. Beirut: Dar Ihya At tyrats Al araby.
- Bostworth, C. E, et. al (ed). 1978. *The Encyclopedia Of Islam, Vol. IV*, (Leiden : E. J. Brill, 1978), hlm. 317.
- D. Marsam, Leonardo. 1983. *Kamus Praktis Bahasa Indonesia*. Surabaya: Cv. Karya Utama.
- Departemen Agama RI. 1993. *Ensiklopedia Islam*. Jakarta : CV. Anda Utama.
- _____. 2002. *Mushaf Al-Qur'an Terjemah*. Jakarta: Kelompok Gema Insani.
- Departemen P & K. 1989. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta: Balai Pustaka, Cet 2.
- Effendy, Mochtar. 2001. *Ensiklopedi Agama dan Filsafat, Volume 5*. Palembang: Penerbit Universitas Sriwijaya, 2001.
- Eliade (ed), Mircea. *The Encyclopedia Of Religion, Vol. 7*. New York : Macmillan Publishing Company.
- Furth, Borko. 2014. *Hand Book of Augmented Reality*. Department of Computer and Electrical Engineering.
- Ghozali Muhammad Fathullah, Ahmad. 2016. *Jami' al-Adillah ila Ma'rifati Simt al-Qiblah*. Sampang: LAFAL (Lajnah Falkiyah LanBulan).
- Halim Hasan, Abdul. 2006. *Tafsir Al-Ahkam*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

- Haller, Michael. 2007. *Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design*. London: Idea Group Publishing.
- Hambali, Slamet. 2011. *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)*. Semarang: Program pascasarjana IAIN Walisongo Semarang.
- _____. 2013. *Ilmu Falak:Arah Kiblat Setiap Saat*. Yogyakarta: Pustaka Ilmu, Cet ke-I.
- _____. 2014. *Laporan Hasil Penelitian Individual Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwa'aini Karya Slamet Hambali*. Semarang : IAIN Walisongo Semarang.
- Husain Haikal, Muhammad. 1989. *Sejarah Hidup Muhammad*. Jakarta: Litera Antar Nusa, cet ke-10.
- Izzan dan Iman Saifullah, Ahmad. 2013. *Studi Ilmu Falak Cara Mudah Belajar Ilmu Falak*. Banten: Pustaka Aulia Media, Cet ke-1.
- Izzuddin, Ahmad. 2010. *Menentukan Arah Kiblat Praktis*. Semarang : Walisongo Press, Cet ke-1.
- _____. 2012. *Ilmu Falak Praktis ; Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*. Semarang: Pustaka Rizki Putra.
- _____. 2012. *Kajian Terhadap MetodeMetode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*. Jakarta: Kementrian Agama RI, Direktorat Jendral Pendidikan Islam, Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, Cet ke-1.
- Jaelani, Achmad, et al. 2012. *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat (Fiqh, Aplikasi, Praktis, Fatwa dan Software)*, Semarang: Pustaka Rizki Putra.

- Kadir, A. 2012. *Fiqh Qiblat : Cara Sederhana Menentukan Arah Shalat Agar Sesuai Syari'at*, Yogyakarta: Pustaka Pesantren, Cet ke-1.
- Katsir, Ibnu. 1992. *Tafsir al-Qur'an al-'Azhim, Jilid I*. Beirut: Dar al-Fikr.
- Kementerian Agama RI. 2012. *al-Qur'an dan Tafsirnya*. Jakarta: Kementerian Agama RI dengan biaya DIPA.
- _____. 2015. *Al-Qur'an & Tafsirnya*. Jakarta: Widya Cahaya.
- Khazin, Muhyiddin. 2004. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pusaka.
- Kurniawan, Bumi. *Kamus Ilmiah Populer*. Surabaya : CV. Citra Pelajar.
- Maad, Soha. 2010. *Augmented Reality*. India : Intech.
- Menara Kudus. 2006. *Al-Qur'an al-Karim dan Terjemahnya*. Kudus: Menara Kudus.
- Muhammad Hasbi ash-Shiddieqy, Teungku. 2001. *Koleksi Hadis-Hadis Hukum, Juz II*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, Cet. ke-2.
- _____. 2011. *Tafsir al-Qur'an al-Majid al-Nur, Jilid I*. Jakarta: PT. Cakrawala Surya Prima.
- Murtadho, Moh. 2008. *Ilmu Falak Praktis*. Malang: UIN-Malang Press.
- Mustafa al-Maraghi, Ahmah. 1993. *Terjemah Tafsir al-Maraghi, Juz II, Penerjemah: Anshori Umar Sitanggal*. Semarang: CV. Toha Putra.
- Nasution, Harun, et al. 1992. *Ensiklopedi Hukum Islam*. Jakarta: Djambatan.

- Nazir, Mohammad. 1988. *Metode Penelitian*. Jakarta : Ghalia Indonesia, Cet 3.
- Quthb, Sayyid. 2000. *Tafsir Fi Dhilalil Qur'an, Juz I*, Jakarta: Gema Insani.
- R. Turner, Howard. 2004. *Science in Medieval Islam An Illustrated Introduction* , diterjemahkan oleh Anggota IKAPI, *Sains Islam yang Mengagumkan (Sebuah Catatan terhadap Abad Pertengahan)*. Bandung : Nuansa, Cet 1.
- Sarosa, Samiaji. 2012. *Penelitian Kualitatif: Dasar-dasar*, Jakarta: Indeks.
- Sudibyo, Ma'rufin. 2012. *Sang Nabi pun Berputar (Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya)*. Solo: Tinta Medina.
- Syifaul Anam, Ahmad. 2012. *Laporan Penelitian Individual : Studi Komparasi Terhadap Metode Dan Hasil Hisab Software Arah Kiblat Pada www.rukyatulhilal.org*. Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo Semarang.
- Tatmainul Qulub, Siti. 2017. *Ilmu Falak : Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*. Depok : PT Rajagrafindo Persada.
- Tim Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2012. *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang: BASSCOM Multimedia Grafika.
- Warson Munawir, Ahmad. 1977. *Al Munawir Kamus Arab-Indonesia*. Surabaya: Pustaka Progressif.
- Z. Abidin, Hasanuddin. 2001. *Geodesi Satelit*. Jakarta: Pradnya Paramita, 2001.

Skripsi

- Adieb, Muhammad. 2014. *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali Dengan Theodolite*. Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo Semarang.
- Budiyanto, Ari. 2011. *Teknologi Augmented Reality Dan Face Tracking Sebagai Media Simulasi Kacamata Virtual (Studi Kasus : Optik Pelita Yogyakarta)*. Yogyakarta : Naskah Publikasi Jurusan Teknik Informatika Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer Amikom Yogyakarta.
- Hamdi, Suhaili. 2016. *Implementasi Augmented Reality Dalam Pembuatan Media Informasi Wisata Sejarah Kota Medan Pada Platform Android*. Sumatera Utara: Skripsi Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara.
- Karim Solin, Marco. 2014. *Implementasi Augmented Reality Pada Perancangan Sistem Katalog Digiprocreative Berbasis Android*. Skripsi Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara.
- Laili, Barokatul. 2014. *Analisis Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali*. Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo Semarang.
- Mahrus, Ali. 2018. *Uji Akurasi Data Aplikasi Android Mobile Topographer Dalam Menentukan Titik Koordinat Lintang Bujur*. Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang.
- Muttaqin, Ihwan. *Studi Analisis Metode Penentuan Arah Kiblat Dengan Menggunakan Equatorial Sundial*. Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang.

- Rizki, Yoze. 2012. *Markerless Augmented Reality Pada Perangkat Android*. Surabaya : Proceeding Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Surabaya.
- Suwandi. 2015. *Analisis Penggunaan Theodolit Nikon NE-102 dengan Metode Dua Titik sebagai Penentu Arah Kiblat*. Skripsi Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang.
- Tatminul Qulub, Siti. 2013. *Analisis Metode Rasd Al-Qiblat Dalam Teori Astronomi dan Geodesi*. Semarang : Ringkasan Tesis Program Magister Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang.

Jurnal

- Awaluddin, Moehammad, dkk. *Kajian Penentuan Arah Kiblat Secara Geodetis*. Semarang: Jurnal Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Vol. 37 No. 2. 2016, hlm. 84-70.
- Budiwati, Anisah. *Tongkat Istiwa', Global Positioning System (GPS) dan Google Earth untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi dan Aplikasinya dalam Penentuan Arah Kiblat*. Semarang: Jurnal Al-Ahkam Walisongo. Volume 26, No.1, April 2016, hlm 65-92.
- Goel dan Avdesh Bhardawaj, Siddhant. *A Critical Analysis of Augemented Reality Learning by Applicability of IT Tools*. International Journal of Information and Computation Technology, Vol. 4 No. 4, 2014, hlm. 425-430.
- Nugraha Lengkong, Hendra. *Perancangan Penunjuk Rute Pada Kendaraan Pribadi Menggunakan Aplikasi Mobile GIS Berbasis Android Yang Terintegrasi Pada Google Maps*. Manado : E-journal Teknik Elektro dan Komputer Universitas Sam Ratulangi, 2015, hlm. 18-25.

T. Azuma, Ronald. 1997. "A Survey of Augmented Reality". *Presence : Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 6 Agustus 1997, hlm. 355–385..

Teguh Martono dan Rinta Kridalukmana, Kurniawan. 2014. *Mobile Augmented Reality Jurusan Sistem Komputer Universitas Diponegoro Berbasis Android (MARSISKOM)*. Semarang : Jurnal Sistem Komputer Universitas Diponegoro Vol.4 No. 1 Mei 2014, hlm. 17-18.

Makalah

Arkanuddin, Mutoha. 2007. *Modul Pelatihan Perhitungan dan Pengukuran Arah Kiblat*, disampaikan pada tanggal 26 September 2007 di Masjid Syuhada Yogyakarta.

Gama Saputra, Rochmad. 2016. *Makalah Augmented Reality Sebagai Citra 3 Dimensi*. Departemen Ilmu Komputer Dan Elektronika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Hambali, Slamet. 2013. *Uji Kelayakan Istiwa'aini Sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Kiblat yang Akurat*. Makalah Seminar Nasional Prodi Ilmu Falak Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang.

Website

Anugraha, Rinto. Arah Kiblat Dengan Metode Vincenty, diakses dari <https://rintoanugraha.staff.ugm.ac.id/arah-kiblat-dengan-metode-vincenty/> pada tanggal 18 Agustus 2019 pukul 14.00 WIB.

AR, Monster. Mengenal Jenis-Jenis Dari Teknologi Augmented Reality, diakses dari <https://www.monsterar.net/2017/08/08/mengenal-jenis-augmented-reality/>, pada tanggal 16 Juli 2019 Pukul 10.00 WIB.

Arena, GSM. *ZTE Nubia M2- Full Specification*, diakses dari https://www.gsmarena.com/zte_nubia_m2-8746.php, pada tanggal 2 Agustus 2019 pukul 13.20 WIB.

Handset Alliance, Open. *Android*, diakses dari http://www.openhandsetalliance.com/android_overview.html, pada 15 Juli 2019 pukul 14.00 WIB.

Inpomu. *Berbagai Macam Sensor Dan Fungsinya*, diakses dari <https://inpomu.blogspot.com/2016/01/berbagai-macam-sensor-dan-fungsinya.html>, pada tanggal 20 Juli 2019 Pukul 15.00 WIB.

Joudi, Samer. Miqat: Waktu Shalat, Kiblat, dan Visibilitas Hilal, diakses dari <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.geospatialtechnology.visualqiblah&hl=id>, pada tanggal 19 Juli 2019 Pukul 10.00 WIB.

Locatify. *Location Based Augmented Reality Apps (AR&RTLS)*, diakses dari <https://www.locatify.com/blog/location-based-augmented-reality-apps-2017-rlts-ar/>, pada tanggal 16 Juli 2019 Pukul 13.10 WIB.

Riadi, Muchlisin. *Augmented Reality (AR)*, diakses dari <https://www.kajianpustaka.com/2017/08/augmented-reality-ar.html> diakses pada hari Kamis 18 Juli 2019 Pukul 14.10 WIB.

Tutsplus, Code. *Tutorial How To Use OpenGL ES In Android Apps*, diakses dari <https://code.tutsplus.com/id/tutorials/how-to-use-opengl-es-in-android-apps--cms-28464>, pada tanggal 20 Juli 2019 Pukul 15.20 WIB

Wikipedia, *Android (Sistem Operasi)*, diakses dari [https://id.wikipedia.org/wiki/Android_\(sistem_operasi\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Android_(sistem_operasi)), pada tanggal 15 Juli 2019 pukul 14.16 WIB.

Wikipedia, *Android Version History*, diakses dari [https://en.wikipedia.org/wiki/Android_version__history](https://en.wikipedia.org/wiki/Android_version_history), pada tanggal 15 Juli Pukul 16.14 WIB.

Wikipedia, *Realitas Tertambah*, diakses dari https://id.wikipedia.org/wiki/Realitas_tertambah, pada tanggal 15 Juli 16.24 WIB.

Wikipedia, *Vincety's Formulae*, diakses dari https://en.wikipedia.org/wiki/Vincety%27s_formulae, pada tanggal 20 Juli 2019 Pukul 13.10 WIB.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

1. **Transkrip wawancara Peneliti dengan Samer Joudi, Sang pencipta aplikasi Miqat**

Nama : Samer Joudi
Pekerjaan : Ahli Teknolog Geospasial
Hari/Tanggal : 16 Maret – 10 Juli 2019
Tempat : Layanan pesan elektronik atau *e-mail*
(samer.joudi@gmail.com)

Peneliti

I'm actually a little confused where to start. What if I start from the concept of visual qiblah application? What is the reference for determining the direction of Qibla? For example, the calculation used, or only based on satellite data?

Samer Joudi

The idea came from my profession. I worked as a geospatial technology (or geographical information system) specialist for years and found that there were many issues in understanding coordinate systems. Example of issues include mismatch between different data sets (drawings, maps, or satellite imageries) as in the below figure. That is why I published my book "Mastering Coordinates - The Complete Guide for GIS Professionals". This over 400 pages explains coordinate systems and spatial references

in details. (I can send you a copy of my book if it is necessary for your thesis, however it is in Arabic).

Part of the topics I covered was the true shape of the earth which is irregular shape that resembles a potato as illustrated below.

The closest mathematical shape to this shape is the ellipsoid, so accurate mapping and calculation of directions should use coordinate system that is based on ellipsoid rather than sphere.

I have also covered the orthodrome (the closest line between two locations) and explained that the path is a part of the great circle that passes between the two locations. In the below example, the shortest path between Dubai and New York is an arc, not a straight line between the two cities as most people would think.

The misconception here is caused by the map itself. The map, which is very popular uses cylindrical projection which distorts the map and leads people to think that direction between two locations is simply a straight line between them. But this is completely wrong. The cylindrical projection distorts the northern and southern part of the globe so that the earth is printed on a rectangle, but the upper and lower edge of the rectangle are only the north and south pole (points) which actually became lines as long as the equator.

To understand directions to any location, we need an azimuthal projection which put the target at the center of the

projection then to know the direction to the target we simply draw a straight line between our location and the target.

Then I talked in my book about bearing which is the technical term to determining directions. Finding Qibla is simply using the bearing formula to find the direction between us and al-Haram al-Makki in Makkah. You can use bearing for anything and not necessarily Makkah. If you like to know where is Paris from Kuala Lumpur then you have to apply the bearing formula.

I also discussed the issue between Muslims in North America on determining Qiblah. Some people pray to the south east and some to the north east. I have supported the second opinion because it the only correct direction to Makkah. I think the first generation of Muslims made a mistake by looking on a map with cylindrical projection and they thought Makkah is to the south east.

To know the correct location to Makkah, we have to use the azimuthal project as I said. The map below illustrates the idea. To know the direction you can simply draw a straight line between the location and Makkah and this is the Qiblah.

To calculate direction between two location you can use Vincenty's formulae (https://en.wikipedia.org/wiki/Vincenty%27s_formulae) which is very accurate as it uses the ellipsoid. The formula tells you how many degrees you have to rotate your body right or left from true north to face another location.

Another formula consider Earth a sphere. It is less accurate, but good enough and it is faster. After publishing my book, a friend explained to me the difficulty to find Qiblah in non-Muslim countries and that the available apps are not accurate. I thought of developing an app to overcome this issue, but I made a research first and found the following:

- 1) There were around 250 Qiblah apps on Google Play Store alone in 2013.
- 2) Many apps uses bearing formula with sphere for simplicity which is less accurate
- 3) Many app developers and users didn't know that north obtained by mobile sensors is not reliable at all. That is why the same app on the same device in the same location can point to different Qiblah every time. The reason behind that is the influence of magnetic field on mobile compass. That is why users must waive the mobile around their bodies in a shape of 8 to calibrate compass before they start any compass app.
- 4) It seems many developers didn't know what is called magnetic deviation. This is really an important thing to consider in such app. There is a difference between true north and magnetic north. Magnetic north is few hundreds kilometers far from true north. normal compass points to magnetic north not true north and so does the mobile sensor. If the bearing calculation results say you have to rotate

yourself 45 right from true north to face Kaaba, then it would be a big mistake to rotate yourself this amount of degrees from magnetic north. In some countries there is 17 degrees between the two norths. I think some apps uses the simple formula and draw the Qiblah from magnetic direction, which is completely wrong.

- 5) I also didn't like user interface and user experience of many apps.
- 6) Finally, and the big question is: If the compass is not reliable, there is no benefits from the accuracy of Vincenty's formulae or any other formula because it is not the formula, it is the mobile compass which is not reliable. This is why I came with the idea of mapping the direction to Makkah on Google Map to enable users to visually verify Qiblah by the aid of things around them such as buildings and streets. Even if the mobile doesn't come with compass at all (such as Samsung J7) you can simply rotate the device yourself and align the map with the buildings and streets to find the exact Qiblah.

You can find vincenty formula on internet in all languages, but I have attached Excel version I made before to help you trace the calculation (not sure if it is the latest version I have but I think it is the one).

I have also attached the original article about vincenty formula, along with Java implementation. If you check wikipedia

page above you will find many online tools that calculate bearing online. Please let me know if you have questions or need clarifications.

Peneliti

Okey. Thank you sir. I learned first, if there are things I don't understand, I'll contact you later.

Peneliti

Good night sir. If I may know, what is your education degree? And, may I know your biography first for my data needs. Thank You.

Samer Joudi

Samer has over 20 years of diversified experience in technology with focus on Smart Cities and Artificial Intelligence. He began his career in applications development then moved to integrating business models with technology in many sectors before progressing to technology management consulting and strategic planning.

Samer worked with “German Technical Cooperation Agency” (GTZ), “Dubai Municipality”, “GPC Group”, “Abu Dhabi Systems and Information Center” (ADSIC), and “Roads & Transport Authority” (RTA) where he works now as the Manager of Artificial Intelligence.

Samer publishes articles on technology since 1999, and published his first book "Mastering Coordinates - The Complete Guide for GIS Professionals" in 2013. He holds a bachelor degree

of architecture from Aleppo University, Syria, and an MBA with distinction from Strathclyde University, UK.

Peneliti

The next question, what is the main focus in visual qiblah? showing the direction of the Qibla using the Vincent's formula and mapping it through Google Maps or focusing more on the direction of the Qibla direction from Augmented Reality?

Then, Can augmented reality really show the direction of the Qibla correctly or is it just to help? Because several times when I use the 3d Qibla feature, the image of the Kaaba sometimes moves on its own.

Samer Joudi

The main and more robust feature is the Qiblah map not the 3d Qiblah. The main issue with mobile compass is that it is not reliable. It can be affected easily with other metallic objects and nearby magnetic fields. So whatever a developer does, he can't overcome or did this issue. That is why normal Qiblah app can't be trusted all times 100%. It is a hardware issue not a software issue.

That is why Qiblah map helps user verify the Qiblah visually despite of the accuracy of mobile compass. It even works on low-end mobiles which lack compass, such as Samsung J series. When I developed 3D Qiblah, I just wanted to provide users with the experience of augmented reality. But this feature inherits back the original issue of compass reliability. There is nothing in

the 3d Qiblah that user can verify the direction like when he uses the map.

I found a new idea for 3D verification. I am working on a new version of the app. In the new 3D Qiblah user can see sun, moon, 1000 stars and all planets, so if the sun in the 3D Qiblah and the real sun do not match then this means there is something wrong with the compass and the use can move little right or left to get correct Qiblah.

Peneliti

So, the augmented reality feature in Visual Qiblah is still influenced by magnetism?

Samer Joudi

Yes, the old 3D Qiblah is affected. Please find attached full description of the new app for your reference. You can use it in your thesis to talk little about my plan for app future development.

Peneliti

A few minutes ago I validated the Qibla direction by pointing my cellphone's camera towards the actual sun. I have activated GPS and compared my compass. But I experienced sun inaccuracy several times. In your opinion, is there something wrong with the way I did it?

Whether in this application the user can find out the coordinates of their location that is taken from the gps? Or are there only Qibla coordinates?

Samer Joudi

This is for sure the accuracy of the mobile compass.. there is nothing wrong with the way the app calculates the position of the Sun. Always make sure you calibrate the compass by rotating the device around your body in all directions several times. This reset the compass and make it as accurate as possible.

2. Data Matahari Pada Tanggal 17-20 Juli 2019



17 Juli 2019

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	114° 10' 19"	-0.38"	116° 03' 24"	21° 16' 37"	1.0163909	15' 44.15"	23° 26' 09"	-6 m 07 s
1	114° 12' 42"	-0.39"	116° 05' 55"	21° 16' 12"	1.0163886	15' 44.16"	23° 26' 09"	-6 m 07 s
2	114° 15' 05"	-0.39"	116° 08' 26"	21° 15' 47"	1.0163864	15' 44.16"	23° 26' 09"	-6 m 07 s
3	114° 17' 28"	-0.40"	116° 10' 57"	21° 15' 22"	1.0163841	15' 44.16"	23° 26' 09"	-6 m 07 s
4	114° 19' 51"	-0.40"	116° 13' 28"	21° 14' 57"	1.0163818	15' 44.16"	23° 26' 09"	-6 m 08 s
5	114° 22' 14"	-0.41"	116° 15' 59"	21° 14' 32"	1.0163796	15' 44.16"	23° 26' 09"	-6 m 08 s
6	114° 24' 37"	-0.41"	116° 18' 30"	21° 14' 07"	1.0163773	15' 44.17"	23° 26' 09"	-6 m 08 s
7	114° 27' 00"	-0.42"	116° 21' 01"	21° 13' 41"	1.0163750	15' 44.17"	23° 26' 09"	-6 m 08 s
8	114° 29' 23"	-0.43"	116° 23' 32"	21° 13' 16"	1.0163727	15' 44.17"	23° 26' 09"	-6 m 08 s
9	114° 31' 46"	-0.43"	116° 26' 03"	21° 12' 51"	1.0163704	15' 44.17"	23° 26' 09"	-6 m 09 s
10	114° 34' 09"	-0.44"	116° 28' 35"	21° 12' 25"	1.0163681	15' 44.18"	23° 26' 09"	-6 m 09 s
11	114° 36' 32"	-0.44"	116° 31' 05"	21° 12' 00"	1.0163658	15' 44.18"	23° 26' 09"	-6 m 09 s
12	114° 38' 55"	-0.45"	116° 33' 36"	21° 11' 35"	1.0163634	15' 44.18"	23° 26' 09"	-6 m 09 s
13	114° 41' 19"	-0.45"	116° 36' 07"	21° 11' 09"	1.0163611	15' 44.18"	23° 26' 09"	-6 m 10 s
14	114° 43' 42"	-0.46"	116° 38' 38"	21° 10' 44"	1.0163588	15' 44.18"	23° 26' 09"	-6 m 10 s
15	114° 46' 05"	-0.47"	116° 41' 09"	21° 10' 18"	1.0163565	15' 44.19"	23° 26' 09"	-6 m 10 s
16	114° 48' 28"	-0.47"	116° 43' 40"	21° 09' 53"	1.0163541	15' 44.19"	23° 26' 09"	-6 m 10 s
17	114° 50' 51"	-0.48"	116° 46' 11"	21° 09' 27"	1.0163518	15' 44.19"	23° 26' 09"	-6 m 10 s
18	114° 53' 14"	-0.48"	116° 48' 42"	21° 09' 01"	1.0163494	15' 44.19"	23° 26' 09"	-6 m 11 s
19	114° 55' 37"	-0.49"	116° 51' 13"	21° 08' 36"	1.0163470	15' 44.20"	23° 26' 09"	-6 m 11 s
20	114° 57' 60"	-0.49"	116° 53' 44"	21° 08' 10"	1.0163447	15' 44.20"	23° 26' 09"	-6 m 11 s
21	115° 00' 23"	-0.50"	116° 56' 15"	21° 07' 44"	1.0163423	15' 44.20"	23° 26' 09"	-6 m 11 s
22	115° 02' 46"	-0.50"	116° 58' 46"	21° 07' 18"	1.0163399	15' 44.20"	23° 26' 09"	-6 m 11 s
23	115° 05' 09"	-0.51"	117° 01' 16"	21° 06' 52"	1.0163375	15' 44.20"	23° 26' 09"	-6 m 12 s
24	115° 07' 32"	-0.51"	117° 03' 47"	21° 06' 27"	1.0163351	15' 44.21"	23° 26' 09"	-6 m 12 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	295° 15' 27"	0° 42' 13"	297° 21' 02"	-21° 46' 25"	0° 54' 56"	14' 58.16"	112° 23' 11"	0.99987
1	295° 45' 59"	0° 45' 01"	297° 53' 53"	-21° 43' 32"	0° 54' 55"	14' 57.90"	105° 0' 37"	0.99977
2	296° 16' 30"	0° 47' 49"	298° 26' 43"	-21° 40' 33"	0° 54' 54"	14' 57.65"	100° 32' 58"	0.99964
3	296° 46' 60"	0° 50' 36"	298° 59' 29"	-21° 37' 27"	0° 54' 53"	14' 57.40"	97° 33' 24"	0.99947
4	297° 17' 29"	0° 53' 22"	299° 32' 13"	-21° 34' 15"	0° 54' 52"	14' 57.15"	95° 23' 37"	0.99927
5	297° 47' 57"	0° 56' 09"	300° 04' 55"	-21° 30' 57"	0° 54' 51"	14' 56.90"	93° 44' 31"	0.99904
6	298° 18' 23"	0° 58' 55"	300° 37' 34"	-21° 27' 32"	0° 54' 50"	14' 56.65"	92° 25' 36"	0.99878
7	298° 48' 49"	-1° 01' 40"	301° 10' 10"	-21° 24' 02"	0° 54' 50"	14' 56.41"	91° 20' 39"	0.99848
8	299° 19' 14"	-1° 04' 26"	301° 42' 44"	-21° 20' 25"	0° 54' 49"	14' 56.16"	90° 25' 45"	0.99814
9	299° 49' 39"	-1° 07' 10"	302° 15' 15"	-21° 16' 42"	0° 54' 48"	14' 55.92"	89° 38' 21"	0.99778
10	300° 20' 02"	-1° 09' 55"	302° 47' 43"	-21° 13' 52"	0° 54' 47"	14' 55.68"	88° 56' 39"	0.99738
11	300° 50' 24"	-1° 12' 39"	303° 20' 08"	-21° 08' 57"	0° 54' 46"	14' 55.44"	88° 19' 26"	0.99695
12	301° 20' 45"	-1° 15' 23"	303° 52' 31"	-21° 04' 56"	0° 54' 45"	14' 55.21"	87° 45' 47"	0.99648
13	301° 51' 05"	-1° 18' 06"	304° 24' 51"	-21° 00' 48"	0° 54' 44"	14' 54.97"	87° 15' 01"	0.99599
14	302° 21' 25"	-1° 20' 48"	304° 57' 07"	-20° 56' 35"	0° 54' 43"	14' 54.74"	86° 46' 38"	0.99546
15	302° 51' 43"	-1° 23' 31"	305° 29' 21"	-20° 52' 16"	0° 54' 43"	14' 54.51"	86° 20' 13"	0.99490
16	303° 22' 01"	-1° 26' 12"	306° 01' 33"	-20° 47' 51"	0° 54' 42"	14' 54.28"	85° 55' 29"	0.99430
17	303° 52' 17"	-1° 28' 54"	306° 33' 41"	-20° 43' 20"	0° 54' 41"	14' 54.06"	85° 32' 11"	0.99367
18	304° 22' 33"	-1° 31' 34"	307° 05' 46"	-20° 38' 43"	0° 54' 40"	14' 53.83"	85° 10' 05"	0.99302
19	304° 52' 48"	-1° 34' 15"	307° 37' 48"	-20° 34' 01"	0° 54' 39"	14' 53.61"	84° 49' 04"	0.99232
20	305° 23' 02"	-1° 36' 54"	308° 09' 47"	-20° 29' 12"	0° 54' 38"	14' 53.39"	84° 28' 59"	0.99160
21	305° 53' 15"	-1° 39' 34"	308° 41' 44"	-20° 24' 18"	0° 54' 38"	14' 53.17"	84° 9' 43"	0.99085
22	306° 23' 28"	-1° 42' 15"	309° 13' 37"	-20° 19' 19"	0° 54' 37"	14' 52.95"	83° 51' 10"	0.99006
23	306° 53' 39"	-1° 44' 50"	309° 45' 27"	-20° 14' 13"	0° 54' 36"	14' 52.74"	83° 33' 17"	0.98924
24	307° 23' 50"	-1° 47' 28"	310° 17' 14"	-20° 09' 03"	0° 54' 35"	14' 52.53"	83° 15' 58"	0.98839

18 Juli 2019

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	115° 07' 32"	-0.51°	117° 03' 47"	21° 06' 27"	1.0163351	15' 44.21"	23° 26' 09"	-6 m 12 s
1	115° 09' 55"	-0.52°	117° 06' 18"	21° 06' 01"	1.0163328	15' 44.21"	23° 26' 09"	-6 m 12 s
2	115° 12' 18"	-0.53°	117° 08' 49"	21° 05' 35"	1.0163303	15' 44.21"	23° 26' 09"	-6 m 12 s
3	115° 14' 41"	-0.53°	117° 11' 20"	21° 05' 09"	1.0163279	15' 44.21"	23° 26' 09"	-6 m 12 s
4	115° 17' 04"	-0.54°	117° 13' 50"	21° 04' 43"	1.0163255	15' 44.22"	23° 26' 09"	-6 m 13 s
5	115° 19' 27"	-0.54°	117° 16' 21"	21° 04' 17"	1.0163231	15' 44.22"	23° 26' 09"	-6 m 13 s
6	115° 21' 50"	-0.55°	117° 18' 52"	21° 03' 51"	1.0163207	15' 44.22"	23° 26' 09"	-6 m 13 s
7	115° 24' 13"	-0.55°	117° 21' 23"	21° 03' 24"	1.0163182	15' 44.22"	23° 26' 09"	-6 m 13 s
8	115° 26' 36"	-0.56°	117° 23' 53"	21° 02' 58"	1.0163158	15' 44.22"	23° 26' 09"	-6 m 13 s
9	115° 28' 60"	-0.56°	117° 26' 24"	21° 02' 32"	1.0163134	15' 44.23"	23° 26' 09"	-6 m 14 s
10	115° 31' 23"	-0.57°	117° 28' 55"	21° 02' 06"	1.0163109	15' 44.23"	23° 26' 09"	-6 m 14 s
11	115° 33' 46"	-0.57°	117° 31' 25"	21° 01' 40"	1.0163084	15' 44.23"	23° 26' 09"	-6 m 14 s
12	115° 36' 09"	-0.58°	117° 33' 56"	21° 01' 13"	1.0163060	15' 44.23"	23° 26' 09"	-6 m 14 s
13	115° 38' 32"	-0.58°	117° 36' 27"	21° 00' 47"	1.0163035	15' 44.24"	23° 26' 09"	-6 m 14 s
14	115° 40' 55"	-0.59°	117° 38' 57"	21° 00' 21"	1.0163010	15' 44.24"	23° 26' 09"	-6 m 15 s
15	115° 43' 18"	-0.59°	117° 41' 28"	20° 59' 54"	1.0162986	15' 44.24"	23° 26' 09"	-6 m 15 s
16	115° 45' 41"	-0.60°	117° 43' 58"	20° 59' 28"	1.0162961	15' 44.24"	23° 26' 09"	-6 m 15 s
17	115° 48' 04"	-0.60°	117° 46' 29"	20° 59' 01"	1.0162936	15' 44.24"	23° 26' 09"	-6 m 15 s
18	115° 50' 27"	-0.61°	117° 48' 59"	20° 58' 35"	1.0162911	15' 44.25"	23° 26' 09"	-6 m 15 s
19	115° 52' 50"	-0.61°	117° 51' 30"	20° 58' 08"	1.0162886	15' 44.25"	23° 26' 09"	-6 m 15 s
20	115° 55' 13"	-0.62°	117° 54' 01"	20° 57' 41"	1.0162861	15' 44.25"	23° 26' 09"	-6 m 16 s
21	115° 57' 36"	-0.62°	117° 56' 31"	20° 57' 15"	1.0162835	15' 44.25"	23° 26' 09"	-6 m 16 s
22	115° 59' 59"	-0.63°	117° 59' 02"	20° 56' 48"	1.0162810	15' 44.26"	23° 26' 09"	-6 m 16 s
23	116° 02' 22"	-0.63°	118° 01' 32"	20° 56' 21"	1.0162785	15' 44.26"	23° 26' 09"	-6 m 16 s
24	116° 04' 46"	-0.64°	118° 04' 03"	20° 55' 55"	1.0162760	15' 44.26"	23° 26' 09"	-6 m 16 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	307° 23' 50"	-1° 47' 28"	310° 17' 14"	-20° 09' 03"	0° 54' 35"	14' 52.53"	83° 15' 58"	0.98839
1	307° 53' 59"	-1° 50' 05"	310° 48' 58"	-20° 03' 46"	0° 54' 35"	14' 52.32"	82° 59' 12"	0.98751
2	308° 24' 08"	-1° 52' 41"	311° 20' 39"	-19° 58' 24"	0° 54' 34"	14' 52.11"	82° 42' 54"	0.98660
3	308° 54' 16"	-1° 55' 17"	311° 52' 16"	-19° 52' 57"	0° 54' 33"	14' 51.90"	82° 27' 03"	0.98565
4	309° 24' 24"	-1° 57' 52"	312° 23' 51"	-19° 47' 24"	0° 54' 32"	14' 51.70"	81° 11' 36"	0.98468
5	309° 54' 30"	-2° 00' 26"	312° 55' 22"	-19° 41' 46"	0° 54' 32"	14' 51.50"	81° 56' 31"	0.98367
6	310° 24' 36"	-2° 03' 00"	313° 26' 50"	-19° 36' 03"	0° 54' 31"	14' 51.30"	81° 41' 47"	0.98263
7	310° 54' 41"	-2° 05' 34"	313° 58' 15"	-19° 30' 14"	0° 54' 30"	14' 51.10"	81° 27' 22"	0.98156
8	311° 24' 45"	-2° 08' 06"	314° 29' 37"	-19° 24' 20"	0° 54' 29"	14' 50.90"	81° 13' 15"	0.98046
9	311° 54' 48"	-2° 10' 38"	315° 00' 56"	-19° 18' 21"	0° 54' 29"	14' 50.71"	80° 59' 25"	0.97934
10	312° 24' 51"	-2° 13' 09"	315° 32' 11"	-19° 12' 17"	0° 54' 28"	14' 50.52"	80° 45' 50"	0.97817
11	312° 54' 53"	-2° 15' 40"	316° 03' 24"	-19° 06' 07"	0° 54' 27"	14' 50.33"	80° 32' 31"	0.97698
12	313° 24' 54"	-2° 18' 10"	316° 34' 33"	-18° 59' 53"	0° 54' 27"	14' 50.15"	80° 19' 25"	0.97576
13	313° 54' 55"	-2° 20' 39"	317° 05' 39"	-18° 53' 33"	0° 54' 26"	14' 49.96"	80° 6' 33"	0.97451
14	314° 24' 54"	-2° 23' 07"	317° 36' 41"	-18° 47' 09"	0° 54' 25"	14' 49.78"	79° 53' 54"	0.97323
15	314° 54' 53"	-2° 25' 35"	318° 07' 41"	-18° 40' 39"	0° 54' 25"	14' 49.61"	79° 41' 27"	0.97192
16	315° 24' 52"	-2° 28' 02"	318° 38' 37"	-18° 34' 05"	0° 54' 24"	14' 49.43"	79° 29' 12"	0.97058
17	315° 54' 49"	-2° 30' 28"	319° 09' 30"	-18° 27' 25"	0° 54' 23"	14' 49.26"	79° 17' 08"	0.96921
18	316° 24' 46"	-2° 32' 54"	319° 40' 19"	-18° 20' 41"	0° 54' 23"	14' 49.08"	79° 5' 15"	0.96781
19	316° 54' 42"	-2° 35' 19"	320° 11' 06"	-18° 13' 53"	0° 54' 22"	14' 48.92"	78° 53' 32"	0.96638
20	317° 24' 38"	-2° 37' 42"	320° 41' 49"	-18° 06' 59"	0° 54' 21"	14' 48.75"	78° 41' 59"	0.96492
21	317° 54' 33"	-2° 40' 06"	321° 12' 29"	-18° 00' 01"	0° 54' 21"	14' 48.59"	78° 30' 36"	0.96343
22	318° 24' 27"	-2° 42' 28"	321° 43' 06"	-17° 52' 58"	0° 54' 20"	14' 48.43"	78° 19' 22"	0.96191
23	318° 54' 21"	-2° 44' 50"	322° 13' 40"	-17° 45' 50"	0° 54' 20"	14' 48.27"	78° 8' 18"	0.96037
24	319° 24' 14"	-2° 47' 10"	322° 44' 10"	-17° 38' 38"	0° 54' 19"	14' 48.11"	77° 57' 22"	0.95879

20 Juli 2019

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	117° 01' 60"	-0.75°	119° 04' 10"	20° 45' 01"	1.0162132	15' 44.32"	23° 26' 09"	-6 m 20 s
1	117° 04' 23"	-0.75°	119° 06' 40"	20° 44' 34"	1.0162105	15' 44.32"	23° 26' 09"	-6 m 21 s
2	117° 06' 46"	-0.75°	119° 09' 10"	20° 44' 06"	1.0162078	15' 44.32"	23° 26' 09"	-6 m 21 s
3	117° 09' 09"	-0.76°	119° 11' 40"	20° 43' 38"	1.0162051	15' 44.33"	23° 26' 09"	-6 m 21 s
4	117° 11' 32"	-0.76°	119° 14' 10"	20° 43' 11"	1.0162024	15' 44.33"	23° 26' 09"	-6 m 21 s
5	117° 13' 55"	-0.77°	119° 16' 40"	20° 42' 43"	1.0161997	15' 44.33"	23° 26' 09"	-6 m 21 s
6	117° 16' 18"	-0.77°	119° 19' 10"	20° 42' 15"	1.0161970	15' 44.33"	23° 26' 09"	-6 m 21 s
7	117° 18' 41"	-0.77°	119° 21' 41"	20° 41' 47"	1.0161942	15' 44.34"	23° 26' 09"	-6 m 22 s
8	117° 21' 04"	-0.78°	119° 24' 11"	20° 41' 19"	1.0161915	15' 44.34"	23° 26' 09"	-6 m 22 s
9	117° 23' 27"	-0.78°	119° 26' 41"	20° 40' 51"	1.0161888	15' 44.34"	23° 26' 09"	-6 m 22 s
10	117° 25' 51"	-0.78°	119° 29' 11"	20° 40' 23"	1.0161860	15' 44.34"	23° 26' 09"	-6 m 22 s
11	117° 28' 14"	-0.79°	119° 31' 41"	20° 39' 55"	1.0161832	15' 44.35"	23° 26' 09"	-6 m 22 s
12	117° 30' 37"	-0.79°	119° 34' 11"	20° 39' 27"	1.0161805	15' 44.35"	23° 26' 09"	-6 m 22 s
13	117° 32' 60"	-0.80°	119° 36' 40"	20° 38' 59"	1.0161777	15' 44.35"	23° 26' 09"	-6 m 22 s
14	117° 35' 23"	-0.80°	119° 39' 10"	20° 38' 31"	1.0161749	15' 44.36"	23° 26' 09"	-6 m 23 s
15	117° 37' 46"	-0.80°	119° 41' 40"	20° 38' 03"	1.0161722	15' 44.36"	23° 26' 09"	-6 m 23 s
16	117° 40' 09"	-0.81°	119° 44' 10"	20° 37' 34"	1.0161694	15' 44.36"	23° 26' 09"	-6 m 23 s
17	117° 42' 32"	-0.81°	119° 46' 40"	20° 37' 06"	1.0161666	15' 44.36"	23° 26' 09"	-6 m 23 s
18	117° 44' 55"	-0.81°	119° 49' 10"	20° 36' 38"	1.0161638	15' 44.37"	23° 26' 09"	-6 m 23 s
19	117° 47' 19"	-0.82°	119° 51' 40"	20° 36' 09"	1.0161610	15' 44.37"	23° 26' 09"	-6 m 23 s
20	117° 49' 42"	-0.82°	119° 54' 10"	20° 35' 41"	1.0161582	15' 44.37"	23° 26' 09"	-6 m 23 s
21	117° 52' 05"	-0.82°	119° 56' 40"	20° 35' 13"	1.0161553	15' 44.37"	23° 26' 09"	-6 m 24 s
22	117° 54' 28"	-0.83°	119° 59' 09"	20° 34' 44"	1.0161525	15' 44.38"	23° 26' 09"	-6 m 24 s
23	117° 56' 51"	-0.83°	120° 01' 39"	20° 34' 16"	1.0161497	15' 44.38"	23° 26' 09"	-6 m 24 s
24	117° 59' 14"	-0.83°	120° 04' 09"	20° 33' 47"	1.0161468	15' 44.38"	23° 26' 09"	-6 m 24 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

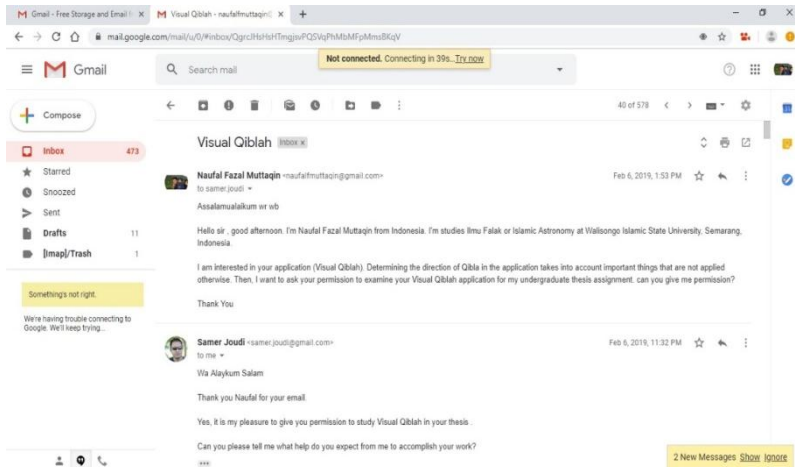
Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	331° 18' 47"	-3° 39' 04"	334° 40' 49"	-14° 24' 57"	0° 54' 09"	14' 45.22"	74° 13' 19"	0.91271
1	331° 48' 27"	-3° 41' 02"	335° 10' 03"	-14° 16' 05"	0° 54' 08"	14' 45.14"	74° 5' 24"	0.91046
2	332° 18' 08"	-3° 42' 59"	335° 39' 15"	-14° 07' 10"	0° 54' 08"	14' 45.06"	73° 57' 35"	0.90819
3	332° 47' 48"	-3° 44' 54"	336° 08' 24"	-13° 58' 12"	0° 54' 08"	14' 44.99"	73° 49' 53"	0.90589
4	333° 17' 28"	-3° 46' 49"	336° 37' 31"	-13° 49' 10"	0° 54' 07"	14' 44.91"	73° 42' 17"	0.90356
5	333° 47' 08"	-3° 48' 43"	337° 06' 35"	-13° 40' 05"	0° 54' 07"	14' 44.85"	73° 34' 48"	0.90121
6	334° 16' 47"	-3° 50' 35"	337° 35' 36"	-13° 30' 56"	0° 54' 07"	14' 44.78"	73° 27' 24"	0.89884
7	334° 46' 26"	-3° 52' 27"	338° 04' 34"	-13° 21' 45"	0° 54' 07"	14' 44.72"	73° 20' 07"	0.89644
8	335° 16' 05"	-3° 54' 18"	338° 33' 30"	-13° 12' 30"	0° 54' 06"	14' 44.66"	73° 12' 56"	0.89402
9	335° 45' 44"	-3° 56' 07"	339° 02' 23"	-13° 03' 12"	0° 54' 06"	14' 44.60"	73° 5' 51"	0.89157
10	336° 15' 22"	-3° 57' 55"	339° 31' 14"	-12° 53' 51"	0° 54' 06"	14' 44.55"	72° 58' 52"	0.88910
11	336° 45' 00"	-3° 59' 43"	340° 00' 02"	-12° 44' 27"	0° 54' 06"	14' 44.50"	72° 51' 59"	0.88660
12	337° 14' 38"	-4° 01' 29"	340° 28' 48"	-12° 35' 00"	0° 54' 06"	14' 44.46"	72° 45' 12"	0.88408
13	337° 44' 16"	-4° 03' 14"	340° 57' 31"	-12° 25' 30"	0° 54' 06"	14' 44.41"	72° 38' 31"	0.88154
14	338° 13' 53"	-4° 04' 58"	341° 26' 12"	-12° 15' 57"	0° 54' 05"	14' 44.38"	72° 31' 56"	0.87907
15	338° 43' 31"	-4° 06' 41"	341° 54' 51"	-12° 06' 21"	0° 54' 05"	14' 44.34"	72° 25' 27"	0.87638
16	339° 13' 08"	-4° 08' 23"	342° 23' 27"	-11° 56' 43"	0° 54' 05"	14' 44.31"	72° 19' 05"	0.87377
17	339° 42' 45"	-4° 10' 03"	342° 52' 01"	-11° 47' 01"	0° 54' 05"	14' 44.28"	72° 12' 48"	0.87114
18	340° 12' 22"	-4° 11' 43"	343° 20' 33"	-11° 37' 17"	0° 54' 05"	14' 44.26"	72° 6' 37"	0.86848
19	340° 41' 59"	-4° 13' 21"	343° 49' 02"	-11° 27' 30"	0° 54' 05"	14' 44.24"	72° 0' 32"	0.86580
20	341° 11' 35"	-4° 14' 59"	344° 17' 29"	-11° 17' 41"	0° 54' 05"	14' 44.22"	71° 54' 32"	0.86310
21	341° 41' 12"	-4° 16' 35"	344° 45' 55"	-11° 07' 48"	0° 54' 05"	14' 44.21"	71° 48' 39"	0.86037
22	342° 10' 48"	-4° 18' 10"	345° 14' 18"	-10° 57' 53"	0° 54' 05"	14' 44.20"	71° 42' 52"	0.85762
23	342° 40' 25"	-4° 19' 43"	345° 42' 38"	-10° 47' 56"	0° 54' 05"	14' 44.19"	71° 37' 10"	0.85485
24	343° 10' 01"	-4° 21' 16"	346° 10' 57"	-10° 37' 56"	0° 54' 05"	14' 44.19"	71° 31' 35"	0.85206

3. Perhitungan Rumus Vincenty dalam Microsoft Office Excel yang diberikan oleh Samer Joudi melalui e-mail.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
11			Radians	Decimal Degrees	Deg	Min	Sec				
12	P	φ1	-0.121892	-6.9839		6	59		2.06 S	Masjid Agung Jawa Tengah	6°59'2.06"S
13		λ1	1.927644	110.4458		110	26		45.04 E		110°26'45.04"E
14	Q	φ2	0.373894	21.4225		21	25		21.15 N	Ka'bah Coordinates	21°25'21.15"N
15		λ2	0.695097	39.8261		39	49		34.1 E		39°49'34.10"E
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											

4. Pengujian Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi Augmented Reality dalam Aplikasi Miqat Karya Samer Joudi

Perizinan untuk meneliti Aplikasi Miqat Kepada Samer Joudi melalui layanan pesan elektronik atau e-mail.





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp/Fax. (024) 7601291
Semarang 50185

SURAT BUKTI WAWANCARA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa:

Nama : Samer Joudi
Umur : 49
Alamat : Rigga Street, Dubai, United Arab Emirates
Jabatan : Chief Specialist Artificial Intelligence & Smart Services

Telah benar-benar melakukan wawancara yang berkaitan dengan "Penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi android berteknologi *augmented reality* pada aplikasi Miqat" dalam rangka pencarian data untuk menyusun skripsi yang berjudul: **Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Android Berteknologi *Augmented Reality* (Studi Analisis Aplikasi Miqat Karya Samer Joudi, oleh:**

Nama : Naufal Fazal Muttaqin
NIM : 1502046052
Semester : IX (sembilan)
Fakultas : Syari'ah dan Hukum
Jurusan : Ilmu Falak

Dengan surat ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dubai, 30 Sep 2019

Samer Joudi

Surat Bukti Wawancara dengan Samer Joudi yang dikirim melalui media pesan elektronik atau e-mail (samer.joudi@gmail.com).



DEWAN PELAKSANA PENGELOLA
MASJID AGUNG JAWA TENGAH

Sekretariat : Jln. Gajah Raya Semarang Telp dan Fax. (024) 6725412

SURAT KETERANGAN

Nomor : 023/S-KET/DPP-MAJT/IX/2019

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Drs. H. Muhyiddin, M.Ag
Jabatan : Sekretaris Dewan Pelaksana Pengelola
Masjid Agung Jawa Tengah

Menerangkan bahwa Saudari :

Nama : Naufal Fazal Muttaqin
NIM : 1502046052
Jurusan : Ilmu Falak
Fakultas : Syarifah dan Hukum UIN Walisongo Semarang
Judul Skripsi : Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi
Android Berteknologi Augmented Reality (Studi Analisis
Aplikasi Miqat Karya Samer Joudi)

Telah melaksanakan penelitian di Masjid Agung Jawa Tengah guna untuk memenuhi tugas pembuatan Skripsi, mulai tanggal 17 Juli 2019 sampai dengan 20 Juli 2019.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatiannya kami sampaikan terima kasih

Semarang, 26 September 2019

an Ketua

Sekretaris

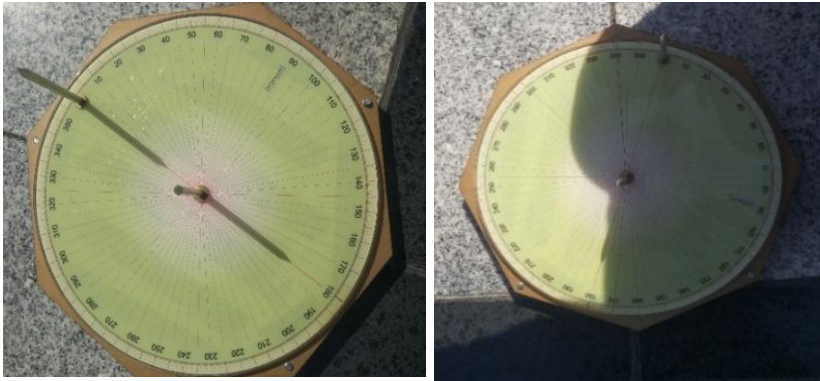


Drs. H. Muhyiddin, M.Ag

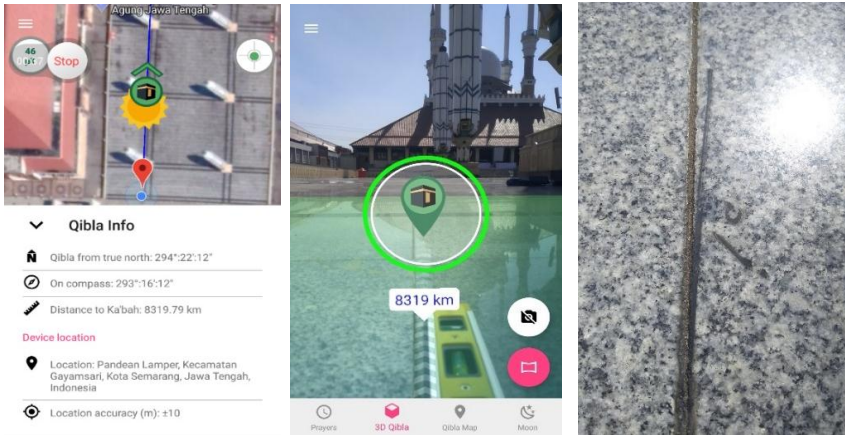
Surat keterangan telah melakukan penelitian di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) pada tanggal 17-20 Juli 2019.



Pengukuran arah kiblat menggunakan Istiwa'aini dan aplikasi Miqat di selatan payung elektrik paling timur (Shaf Putri) Masjid Agung Jawa Tengah.



Pembidikan bayangan matahari pada bidang dial Istiwa'aini dan penentuan garis arah kiblat dari Istiwa'aini.



Data arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah pada fitur Qibla Map, pembidikan arah kiblat yang ditunjukkan fitur 3D Qibla, dan hasil penentuan arah kiblat menggunakan aplikasi Miqat

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Naufal Fazal Muttaqin
2. Tempat, tanggal Lahir : Banjarnegara, 24 Agustus
1997
3. Alamat Rumah : Mandiraja Wetan RT 05 RW
02 NO.15, Kecamatan
Mandiraja, Kabupaten
Banjarnegara
4. Alamat Sekarang : Jln. Tanjungsari No. 19 RT 01
RW 05, Kelurahan Tambakaji,
Kecamatan Ngaliyan, Kota
Semarang
5. No. HP : +6285867599245
6. E-mail : naufalfmuttaqin@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - 2002-2003 : RA Aisyiyah Mandiraja Wetan
 - 2003-2007 : SD Negeri 2 Mandiraja Wetan
 - 2007-2011 : Sekolah Indonesia Kuala Lumpur,
Malaysia
 - 2011-2012.1.1 : SMPN 1 Mandiraja
 - 2012-2015 : SMAN 1 Banjarnegara

2015-2019 : Universitas Islam Negeri Walisongo
Semarang

2. Pendidikan Non-Formal
Tidak ada

C. Pengalaman Organisasi

1. Anggota Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Bandung Karate Club tahun 2015-2016.
2. Koordinator Divisi Hubungan Masyarakat Organisasi Daerah KMB Serulingmas tahun 2017-2018.
3. Koordinator Divisi Kegiatan Himpunan Astronom Amatir Semarang tahun 2018-sekarang.

Semarang, 28 Agustus 2019

Naufal Fazal Muttaqin

NIM: 1502046052